

FICHIERECOLOGIQUE.BE

GUIDE DE L'UTILISATEUR

V2 - JUIN 2021



ACCORD-CADRE DE RECHERCHES ET VULGARISATION FORESTIÈRES



Table des matières

Préambule	4
1 Introduction.....	5
2 Atouts et limites de l'outil	6
3 Notions fondamentales à la compréhension de l'outil.....	7
3.1 Aptitude de l'essence	7
3.2 Carte des régions bioclimatiques de Wallonie – conditions climatiques	9
3.3 L'écogramme hydro-trophique – niveaux hydrique et trophique.....	10
4 Le fichier écologique des essences : mode d'emploi.....	13
4.1 Démarche générale d'utilisation	13
4.2 Étape 1 : Caractérisation des conditions écologiques de la station	14
4.2.1 Caractérisation des conditions climatiques : positionnement sur la carte des régions bioclimatiques de Wallonie	14
4.2.2 Caractérisation des conditions hydro-trophiques : positionnement dans l'écogramme régional.....	15
4.3 Étape 2 : Liste des essences potentiellement compatibles avec la station, et niveau d'aptitude	17
4.4 Étape 3 : Choix final des essences : consultation des fiches-essence.....	19
5 Description de la fiche-essence	20
1. Résumé	20
2. Distribution naturelle et ressources en Wallonie	20
3. Facteurs bioclimatiques.....	21
4. Définition de l'aptitude.....	23
5. Aspects sylviculturaux	35
6. Agents de dommage.....	37
7. Valorisation du bois	38
8. Atouts et faiblesses face aux changements climatiques	39
9. Références majeures	39
6 Outils et méthodes de diagnostic.....	40
6.1 Clés pour la détermination des niveaux hydrique et trophique de la station	40
6.1.1 Complémentarité des approches floristique et abiotique.....	40
6.1.2 Clés abiotiques : mode d'emploi	41
6.2 Méthodes de diagnostic de terrain	46
6.2.1 Test de texture	47
6.2.2 Test de compacité	48
6.2.3 Mesure du pH.....	51
6.2.4 Test HCl.....	55
6.2.5 Glossaire pédologique	56
6.2.6 Références des diagnostics de terrain.....	59
7 Annexes climatiques.....	60



8	Clés abiotiques	67
8.1	Clé hydrique.....	67
8.2	Clé trophique	68
8.3	Légende de la carte numérique des sols de Wallonie	69
9	Matrices d’aptitude	70
9.1	Plaines et vallées	70
9.2	Hesbino-brabançon	71
9.3	Sambre-et-Meuse et Condroz	72
9.4	Thiérache	73
9.5	Fagne-Famenne-Calestienne	74
9.6	Basse et moyenne Ardenne.....	75
9.7	Ardenne centro-orientale.....	76
9.8	Haute Ardenne	77
9.9	Basse Lorraine	78
9.10	Haute Lorraine.....	79
10	Fiches espèces.....	80



Préambule

Cette seconde édition du Fichier écologique des essences¹ s'appuie sur la révision des deux principaux outils de gestion forestière élaborés et utilisés depuis plus de vingt ans en Wallonie, à savoir le Fichier Écologique des Essences et le Guide de boisement. Bien que ces deux ouvrages aient largement fait leurs preuves en termes d'efficacité, ils méritaient une mise à jour approfondie pour différentes raisons :

- les connaissances sur l'autécologie des essences ont fortement progressé ces dernières décennies. Une littérature abondante portant sur les relations essence-station a vu le jour. Dans certains cas, le statut accordé aux essences a pu évoluer de sorte que certaines d'entre elles, autrefois taxées de « secondaires », sont aujourd'hui reconsidérées comme « précieuses » (*noyer, tilleuls, châtaignier, etc.*), tandis que la prudence s'impose vis à vis de quelques essences de grande production (épicéa, hêtre) ;
- comme le code forestier le précise, l'écosystème forestier est aujourd'hui davantage considéré comme un espace multifonctionnel, pourvoyeur d'un ensemble de « services ». À côté de la fonction de production de bois – qui reste certes essentielle – d'autres fonctions sont ainsi reconnues : la protection des sols et de l'eau, la biodiversité, le rôle culturel des essences, *etc.* Le Fichier Écologique tente donc d'intégrer cette vision multifonctionnelle dans le choix des essences : la notion d'aptitude des essences a été élargie afin de prendre en compte l'ensemble des rôles que les essences peuvent jouer au sein de l'écosystème forestier, au-delà de la seule production de bois ;
- enfin, les conditions du milieu ont évolué (climat, dépôts atmosphériques *etc.*) et selon toute vraisemblance, continueront d'évoluer, tant dans les valeurs moyennes que dans les risques d'extrêmes. Il est aujourd'hui indispensable de documenter l'impact potentiel de ces modifications sur les essences, en regard de leurs caractéristiques autécologiques.

Cette seconde édition du Fichier Écologique apporte l'information la plus objective possible, basée sur les connaissances scientifiques en matière d'adéquation essence-station. Il ne tient donc pas compte de législations ou recommandations relatives au choix d'essences dans certains cas particuliers comme le caractère invasif de l'essence, la présence de cours d'eau, de zones de captage, le statut de la propriété, au plan de secteur ou selon Natura 2000, *etc.* Ces paramètres seront à prendre en compte selon les informations externes au Fichier Écologique.

¹ Sera indifféremment appelé « Fichier écologique des essences » ou « Fichier écologique » dans la suite du texte.

² Définition de l'écogramme et signification des niveaux des axes, voir point 3.3

³ Dans la grande majorité des cas le niveau 0,0 constitue un niveau sans contrainte



1 Introduction

Le Fichier écologique des essences synthétise les connaissances actuellement disponibles sur la biologie et l'autécologie des essences forestières en Wallonie. Outil d'aide à la décision à destination des gestionnaires forestiers, il a pour ambition de les guider au mieux dans le choix d'essences lors des régénérations ou dans la détermination des essences à privilégier dans les peuplements en place. En d'autres termes, à trouver la meilleure adéquation essence-station pour une forêt durable et multifonctionnelle.

Le Fichier écologique des essences se propose d'orienter pas à pas l'utilisateur vers les essences les plus adaptées à leur station, au départ d'une analyse fine des conditions écologiques qui la caractérisent. Cette méthode a été retenue car on lui reconnaît différents avantages, parmi lesquels :

- favoriser une meilleure compréhension du fonctionnement de la station, en pointant, étape par étape, les caractéristiques écologiques auxquelles il faut être attentif ;
- élargir le choix des possibilités en proposant certaines essences peut-être moins connues de l'utilisateur ;
- limiter le temps consacré à la consultation – parfois fastidieuse – de fiches-essence détaillées, relatives à des espèces complètement inadaptées au milieu considéré.

Le texte explicatif de ce livret vise à donner à l'utilisateur l'ensemble des clés de compréhension nécessaires à la bonne utilisation du Fichier écologique des essences. Il présente les notions fondamentales à la compréhension de l'outil et son principe d'utilisation, détaille les différentes rubriques de la fiche-essence, définit les codes couleurs et symboles utilisés et la manière de les interpréter. Il apporte une information cruciale afin de tenir compte le plus judicieusement possible des facteurs environnementaux, et de réaliser les diagnostics de terrain qui s'imposent.

Chaque utilisateur, novice ou habitué de la version précédente, est invité à prendre connaissance de ces informations pour tirer le meilleur parti de ce nouvel outil.



2 Atouts et limites de l'outil

Le Fichier écologique des essences a été élaboré en tentant d'envisager de la façon la plus exhaustive les différentes situations écologiques qui peuvent être rencontrées en contexte wallon. L'aptitude des essences vis-à-vis des différentes situations stationnelles a ainsi été établie en prenant en compte un maximum d'interactions entre facteurs environnementaux, visant à mettre en lumière d'éventuels phénomènes de compensation ou d'aggravation pouvant survenir entre eux. Il en résulte un ouvrage riche d'informations, mais qui, de prime abord, pourrait paraître complexe pour un utilisateur novice en matière d'interprétation du milieu (pédologie, botanique, etc.). En suivant pas à pas le mode d'emploi, et grâce aux différentes clés d'interprétation qui sont proposées, **l'outil a cependant été conçu de manière à ce que chacun puisse attribuer un niveau d'aptitude aux essences, même sans grande expertise de l'analyse des stations.** Selon le niveau d'expertise de chacun, il est toutefois possible d'affiner grandement le premier diagnostic posé, par la prise en compte des nombreux critères supplémentaires qui sont détaillés au niveau des fiches-essence.

Bien qu'un maximum de soin ait été apporté en vue d'envisager l'ensemble des situations écologiques auxquelles l'utilisateur pourrait être confronté, il faut néanmoins garder à l'esprit qu'il est extrêmement difficile d'établir une typologie *a priori* de la diversité des milieux naturels, tant les interactions entre facteurs environnementaux peuvent être nombreuses. D'autre part, il faut également être conscient que – dans une certaine mesure – deux arbres d'une même essence pourraient faire preuve d'une capacité de réaction différente lorsque confrontés à une série de contraintes écologiques. En regard de cette complexité, **les informations fournies pas le fichier ne pourraient donc être comprises autrement que comme ce qu'elles sont : une indication de la réaction moyenne de chaque essence forestière vis-à-vis des principaux facteurs de croissance, selon l'état actuel des connaissances en matière de station et d'écologie.**

En ce sens, **il est évident que l'expertise de terrain objectivement motivée doit toujours prévaloir sur l'application « automatique » des critères du Fichier écologique des essences, a fortiori si ceux-ci ont été obtenus par voie cartographique.**



3 Notions fondamentales à la compréhension de l'outil

Cette première partie vise à définir les **trois notions centrales** du Fichier écologique des essences, à savoir :

1. **l'aptitude de l'essence ;**
2. **la carte des régions bioclimatiques de Wallonie ;**
3. **l'écogramme hydro-trophique.**

3.1 Aptitude de l'essence

Chaque essence forestière est caractérisée par des niveaux de tolérance particuliers vis-à-vis des facteurs du milieu, ce qui définit son autécologie.

Si les conditions écologiques de la station coïncident parfaitement avec l'autécologie d'une essence, on considère dès lors que cette essence rencontre sur la station des conditions optimales de croissance. Si l'un ou l'autre facteur écologique devient limitant (par exemple, une station un peu trop sèche ou trop riche en calcaire pour l'essence, *etc.*), cela ne signifie pas forcément que l'essence ne sera pas capable de se développer sur la station. Dans une certaine mesure, les essences forestières sont en effet capables de faire face à une contrainte environnementale ; mais bien sûr, plus le stress augmente, plus les conséquences négatives se font ressentir au niveau de l'arbre : diminution de croissance, risque pour la stabilité, sensibilité aux maladies, *etc.* Il s'agit donc d'apporter de la nuance.

Le niveau d'aptitude d'une essence par rapport à une station donnée évalue la capacité de l'essence à se développer sur cette station et sa productivité, en lien avec les contraintes écologiques qu'elle y rencontre. Ce niveau d'aptitude peut, en outre, être modulé selon l'intérêt de l'essence en termes de rôles écosystémiques ou cultureux.

Quatre niveaux d'aptitude ont été définis dans le Fichier écologique des essences (Figure 1)

1. **Optimum** : L'essence est **parfaitement en adéquation** avec la station en termes de vitalité, stabilité et productivité. L'essence peut être cultivée sans restriction.
2. **Tolérance** : **Certaines caractéristiques de la station engendrent une contrainte pour la vitalité, la stabilité et/ou la productivité de l'essence.** Par exemple : un sol un peu trop humide limite la puissance de l'enracinement et prédispose l'arbre aux chablis. Il y a lieu d'adapter la sylviculture à ces contraintes. Dans les cas ci-dessus, ce pourrait être en dynamisant la sylviculture pour favoriser l'accroissement individuel des arbres, en écourtant la révolution pour limiter la durée d'exposition des arbres adultes aux risques de tempête.



3. **Tolérance élargie** : S'il n'est pas envisageable de produire du bois de qualité sur la station, l'essence n'est pas forcément à exclure. **Si elle est capable d'y survivre et de se reproduire – avec certes une productivité dérisoire ou une forme rédhitoire – elle peut toutefois apporter ses services à l'écosystème ou au peuplement principal.** Dans ces situations, l'utilisation de l'essence se limite alors à un rôle d'accompagnement pour des raisons écologiques ou sylvicoles. Il va de soi que l'on réserve cette classe d'aptitude aux essences qui sont bénéfiques à l'écosystème par leur fane, leur couvert, leur biodiversité associée ou toute autre caractéristique positive (Ceci est souvent le cas de l'aulne glutineux sur argiles blanches en haute Ardenne par exemple).
4. **Exclusion** : l'essence est **incapable de se développer à long terme sur la station**, très sensible aux dépérissements, aux maladies, aux chablis, aux gelées, etc., en d'autres termes, les contraintes environnementales sont rédhitoires.

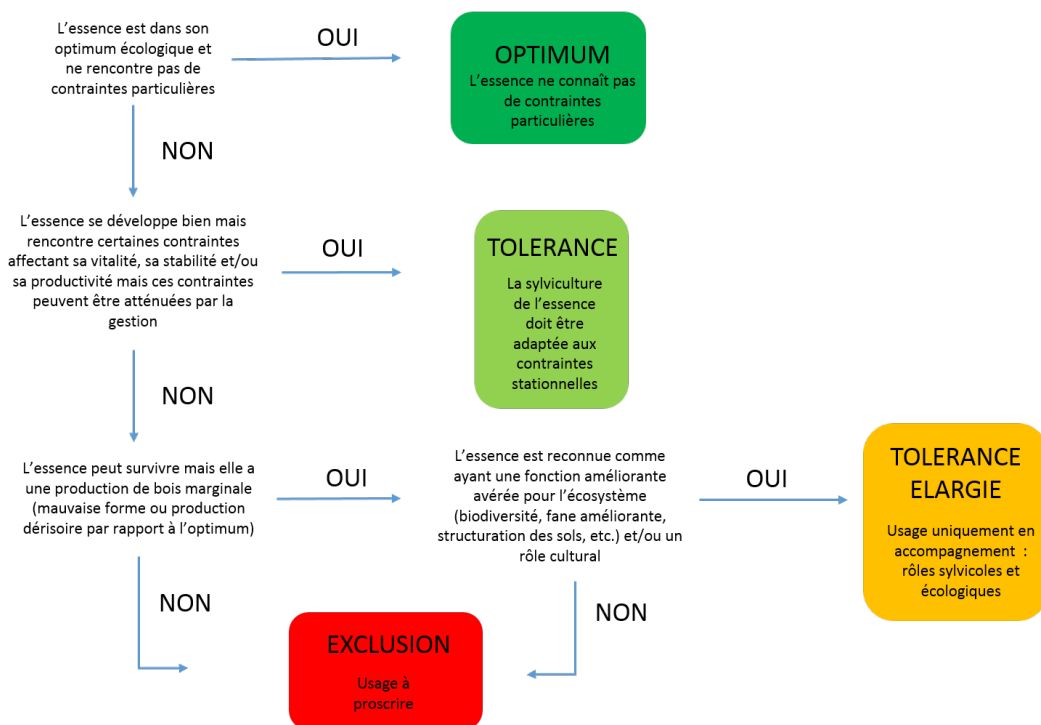


Figure 1 : Schéma décisionnel permettant de définir l'aptitude de l'essence par rapport à la station



Afin d'établir l'aptitude de l'essence vis-à-vis d'une station donnée, il s'agit en premier lieu de définir les conditions écologiques de cette station, en orientant son analyse vers les principaux facteurs environnementaux qui influencent la croissance de l'arbre. En première approximation, on admet généralement que ces principaux facteurs correspondent **aux conditions climatiques, au niveau hydrique et au niveau trophique de la station.**

Dans le Fichier écologique des essences, les conditions climatiques de la station s'étudient au travers de **la carte des régions bioclimatiques de Wallonie**. Quant aux niveaux hydrique et trophique, ils sont étudiés ensemble via **l'écogramme hydro-trophique et la carte des sols de Wallonie**.

3.2 Carte des régions bioclimatiques de Wallonie – conditions climatiques

Le climat influence dans une large mesure la distribution des espèces végétales à la surface du globe, via différents paramètres comme par exemple : les températures moyennes et extrêmes, la quantité d'ensoleillement, la durée de la saison de végétation, ou encore les niveaux de précipitations et leurs distributions.

Dans le Fichier écologique des essences, la caractérisation du climat régional – ou macroclimat – a été mise à jour en tirant parti de données climatiques enregistrées par l'Institut royal météorologique (IRM) sur une période de 20 ans (1986-2005) et du comportement des essences par rapport au climat, ce qui a permis le découpage du territoire wallon en dix régions bioclimatiques (Figure 2). Au sein de chacune de ces 10 régions, les conditions climatiques sont considérées homogènes ; des informations plus précises quant aux conditions climatiques de chacune de ces dix zones sont présentées dans les annexes climatiques.

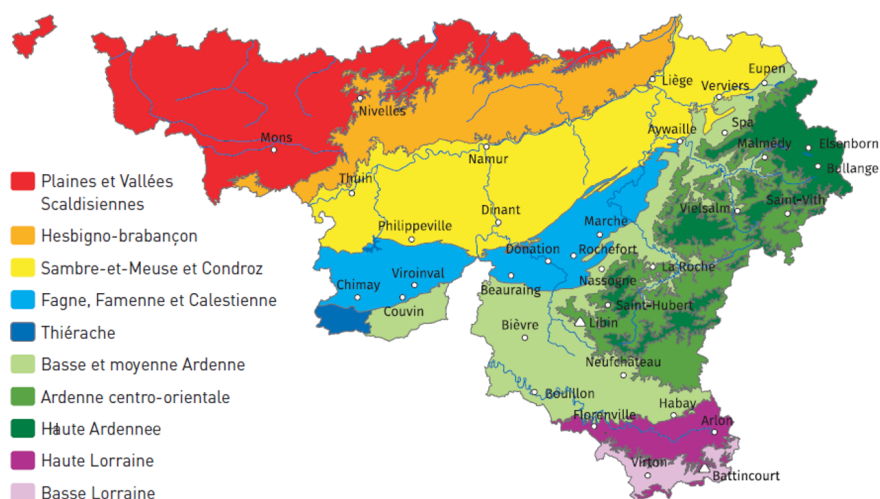


Figure 2 : carte des régions bioclimatiques de Wallonie.



3.3 L'écogramme hydro-trophique – niveaux hydrique et trophique

Définir le niveau hydrique et le niveau trophique de la station revient à estimer la disponibilité des ressources en eau et en éléments dans le milieu ; ou en termes plus scientifiques :

- **le niveau trophique caractérise la disponibilité du sol en éléments minéraux** nécessaires à la nutrition de l'arbre ;
- **le niveau hydrique caractérise la réserve en eau** disponible afin de permettre à l'arbre d'assurer l'ensemble de ses fonctions métaboliques (transport des nutriments, photosynthèse, transpiration). **Dans le cas des sols humides, la richesse hydrique exprime également un manque croissant d'oxygénation** du sol, tout simplement car plus un sol est saturé en eau, moins il y a de place disponible pour l'air.

A l'inverse des conditions climatiques qui sont définies à l'échelle de la sous-région (régions bioclimatiques), niveaux trophique et hydrique peuvent varier de façon très importante à l'échelle locale, ces paramètres sont donc étudiés au niveau de la station forestière.

Par convention, niveau hydrique et niveau trophique sont généralement présentés ensemble dans un **tableau à double entrée appelé écogramme** (Figure 3). La station est donc définie par une combinaison hydro-trophique, qui évalue simultanément sa richesse en eau et en éléments minéraux. Pris dans son ensemble, l'écogramme a donc vocation de représenter la variété des types de stations que l'on peut observer à l'échelle d'une région donnée.

Le niveau zéro de chacun des axes a été défini comme une situation sans contrainte écologique particulière, offrant, *a priori*, des conditions de croissance optimales pour la majorité des essences. En conséquence, plus on s'éloigne de cette zone centrale de l'écogramme, plus les contraintes écologiques s'amplifient : sécheresse, manque d'oxygène, présence de carbonates de calcium, carences en éléments minéraux, etc.



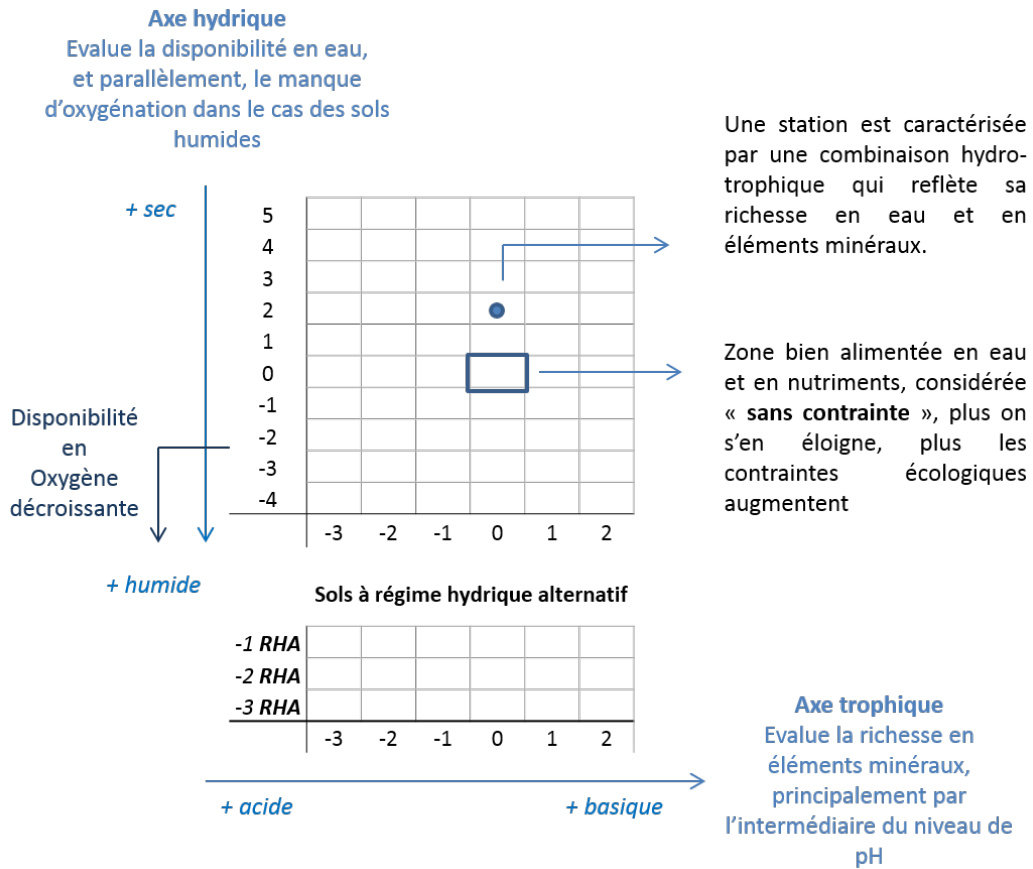


Figure 3 : Ecogramme. Chaque case de l'écogramme est définie par la combinaison d'un niveau hydrique et trophique particulier. L'ensemble des cases de l'écogramme représente la diversité des types de stations potentiellement observables à l'échelle d'une région donnée.

L'axe trophique et l'axe hydrique sont divisés en respectivement six (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) et treize niveaux (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), dont les significations sont les suivantes :



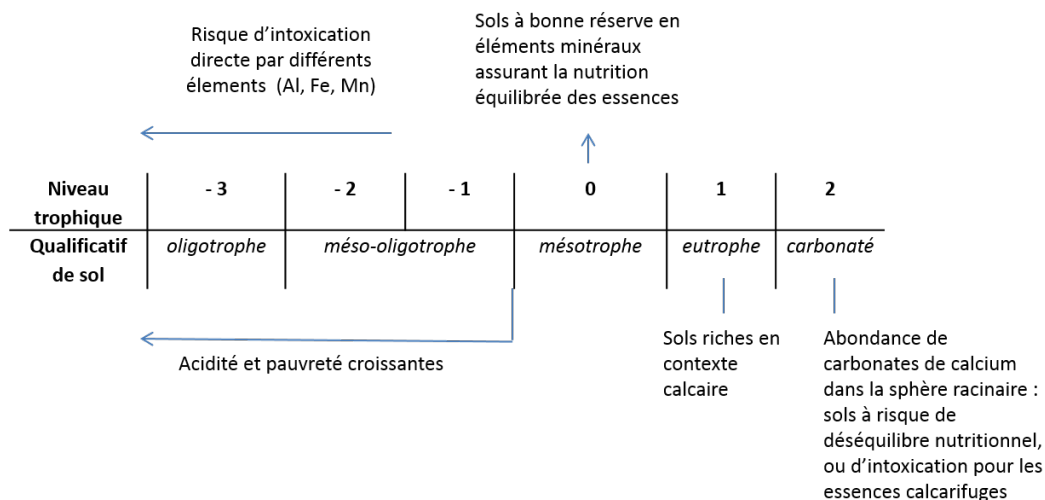


Figure 4 : signification des 6 niveaux de l'axe trophique de l'écogramme

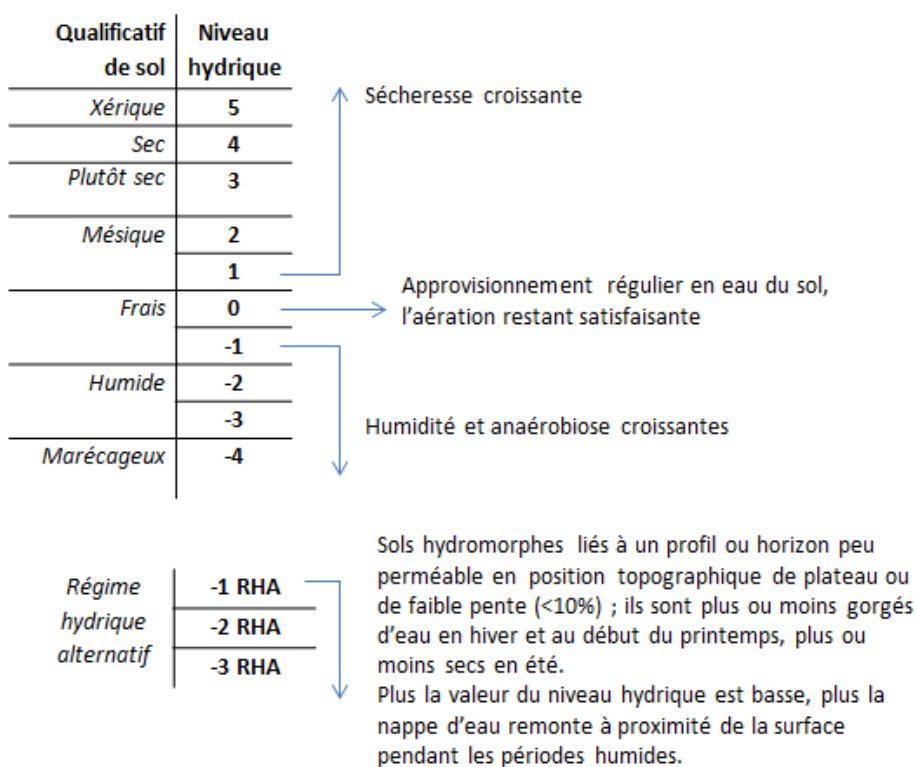


Figure 5 : signification des 13 niveaux de l'axe hydrique de l'écogramme



4 Le fichier écologique des essences : mode d'emploi

4.1 Démarche générale d'utilisation

Le Fichier écologique des essences permet de définir l'adéquation des essences au contexte écologique de la station, via une analyse en trois étapes successives :

- **Étape 1** : le point de départ de l'analyse consiste à **définir les conditions écologiques de la station**, à deux niveaux d'observation (4.2) :
 - on définit les **conditions macroclimatiques** de la station en localisant celle-ci sur la **carte des régions bioclimatiques de Wallonie** (4.2.1) ;
 - on définit ensuite la **position de la station dans un écogramme hydro-trophique régional**, en s'appuyant sur l'utilisation de **clés de détermination abiotique et/ou floristique** (4.2.2).
- **Étape 2** : en fonction des caractéristiques écologiques définies lors de l'étape 1, une **liste d'essences potentiellement compatibles avec la station** est proposée à l'utilisateur dans l'**écogramme régional**. Il est par ailleurs **précisé pour chacune des essences deux niveaux d'aptitude** : un premier niveau d'aptitude vis-à-vis des conditions climatiques de la région, et un second vis-à-vis des conditions hydro-trophiques de la station (4.3).
- **Étape 3** : la dernière étape consiste en la consultation des **fiches-essence** détaillées permettant à l'utilisateur d'effectuer son **choix final parmi la liste d'essences proposées dans l'écogramme régional**. Ce choix pourra s'appuyer sur les sensibilités particulières de chaque essence – qui sont présentées en détail dans les fiches – ou encore sur une multitude d'autres critères auxquels chaque utilisateur portera plus ou moins d'importance : productivité, rôles sylvicoles, intérêt biologique, qualité du bois produit, difficulté d'installation, etc. (4.4).



4.2 Étape 1 : Caractérisation des conditions écologiques de la station

4.2.1 Caractérisation des conditions climatiques : positionnement sur la carte des régions bioclimatiques de Wallonie

L'analyse d'une station s'envisage toujours de l'échelle globale vers l'échelle locale. La première étape d'utilisation du Fichier écologique consiste donc à caractériser les conditions macroclimatiques de la station.

Afin de déterminer les **conditions climatiques de la station**, il s'agit de la situer sur la **carte des régions bioclimatiques de Wallonie**. Dix régions sont ainsi discriminées, pour lesquelles sont définies un ensemble de variables climatiques importantes pour l'arbre.

Chacune des régions bioclimatiques est associée à un écogramme régional sur lequel s'appuie la suite de l'analyse. Le Fichier écologique des essences comprend donc au total 10 écogrammes régionaux, consultables en version papier en fin de document.

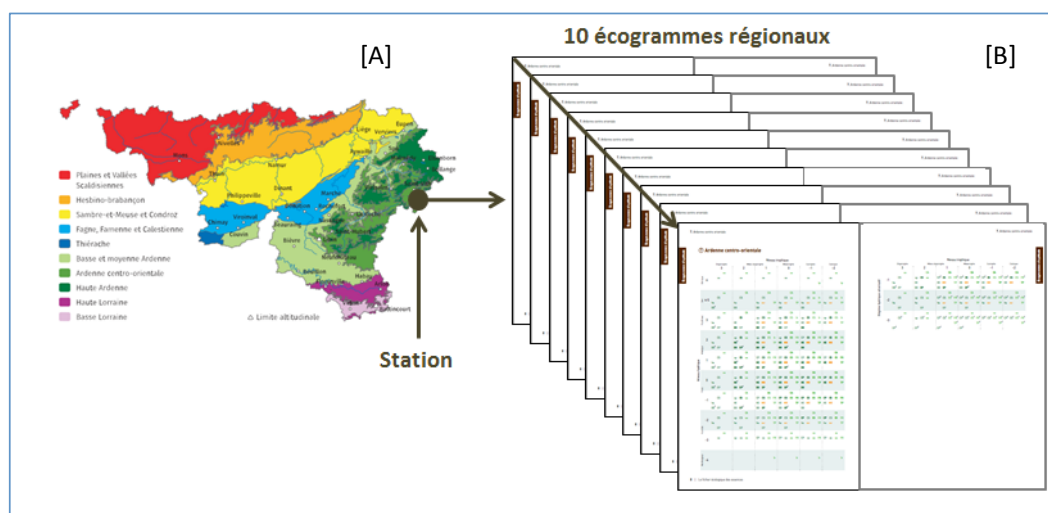


Figure 6 : La première étape de l'analyse consiste à caractériser les conditions climatiques de la station en déterminant sa position sur la carte des régions bioclimatiques de Wallonie [A]. A chaque région correspond un écogramme hydro-trophique particulier, qui sera utilisé dans la suite de l'analyse [B].



4.2.2 Caractérisation des conditions hydro-trophiques : positionnement dans l'écogramme régional

La suite de l'analyse s'envisage à l'échelle locale. Comme expliqué dans la première partie du livret, l'écogramme régional représente la variété des types de stations qui peuvent être observées à l'échelle d'une région donnée. Il s'agit à présent de **définir la position de la station étudiée dans cet écogramme régional, en la situant par rapport aux axes hydrique et trophique**. Pour ce faire, on aura recours à des **clés de détermination** des niveaux hydrique et trophique.

Deux types de clés de détermination sont présentées dans le Fichier écologique des essences : les **clés abiotiques**, et les **clés floristiques** (à venir). Ces deux méthodes peuvent s'utiliser individuellement, mais s'avèrent évidemment plus sûres et plus efficaces en complément l'une de l'autre.

NB : La méthodologie d'utilisation des clés abiotiques et floristiques est présentée plus en détail dans la partie consacrée aux outils de diagnostic.

4.2.2.1 Clés abiotiques

On aura en fait recours à deux clés abiotiques distinctes : une pour la détermination du niveau hydrique, et une seconde pour la détermination du niveau trophique.

L'utilisation des clés abiotiques repose – comme son nom l'indique – sur l'analyse d'une série de paramètres abiotiques de la station liés au type de sol (texture, drainage, développement de profil, charge, phase, substrat, pH) et à la topographie (pente, position d'apport d'eau et exposition).



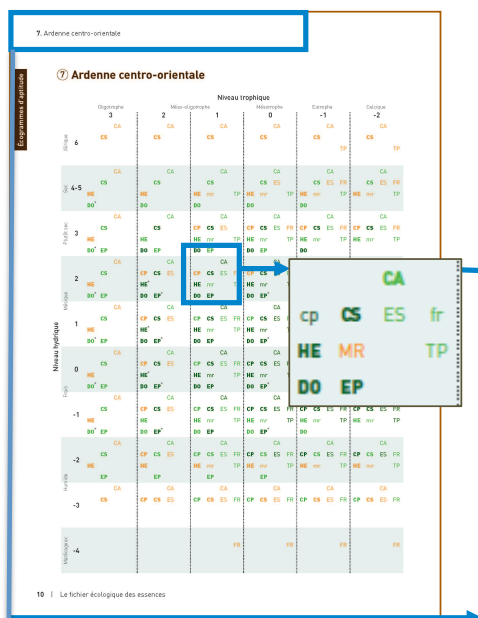
4.3 Etape 2 : Liste des essences potentiellement compatibles avec la station, et niveau d'aptitude

Une liste d'essences potentiellement compatibles avec les conditions écologiques (climatique – hydrique – trophique) de la station est proposée dans chaque case de l'écogramme.

Deux types d'aptitude sont associés aux essences de cette liste :

- 1) **un niveau d'aptitude vis-à-vis des conditions macroclimatiques**, en lien avec la région bioclimatique dans laquelle se situe la station. Puisque cette information est commune à l'ensemble de la région, l'information est présentée de manière globale **au-dessus de l'écogramme régional**, selon trois catégories : optimum, tolérance, tolérance élargie.
- 2) **un niveau d'aptitude vis à vis des conditions hydro-trophiques**, en lien avec la case de l'écogramme définie pour la station. Il est exprimé **au sein de la case** de l'écogramme, **selon un code typographique** (voir légende des matrices).





Soit une placette située en Ardenne centro-orientale, avec un niveau hydro-trophique « 2 ; -1 » : 10 essences sont proposées.

L'aptitude vis-à-vis des conditions hydro-trophique est exprimée dans la case de l'écogramme par le type de caractère (typographie) :

- Le charme (**CA**), le chêne sessile (**CS**), le hêtre (**HE**), le douglas (**DO**) et l'épicéa (**EP**) sont en optimum ;
- l'érable sycomore (**ES**), le merisier (**MR**), et le tilleul à petites feuilles (**TP**) sont en tolérance ;
- Le chêne pédonculé (*cp*) et le frêne (*fr*) sont en tolérance élargie

L'aptitude de chacune de ces dix essences vis-à-vis du macroclimat de l'Ardenne centro-orientale est exprimée au-dessus de l'écogramme :

- les deux chênes (**CP** et **CS**) le hêtre (**HE**), le douglas (**DO**) et l'épicéa (**EP**) sont à l'optimum ;
- le charme (**CA**), l'érable sycomore (**ES**), le frêne (**FR**) et le tilleul à petite feuilles (**TP**) sont en tolérance ;
- le merisier est en tolérance élargie (**MR**)

Figure 8 : Exemple de lecture de l'écogramme régional. Les essences proposées sont associées à un niveau d'aptitude climatique et un niveau d'aptitude hydro-trophique.

Dans le cas où l'abréviation d'une essence s'accompagne d'un **astérisque (*)**, cela signifie par ailleurs que l'essence pourrait présenter deux aptitude distinctes pour le niveau hydro-trophique qui a été déterminé. Dans ce cas il faut rechercher des informations complémentaires dans la fiche-essence pour déterminer avec certitude le niveau d'aptitude de cette essence vis-à-vis du niveau hydro-trophique. Ces informations se trouvent dans « l'écogramme d'aptitude de l'essence » et dans les « facteurs aggravants » ou « facteurs atténuants » explicités au niveau des « tableaux de contraintes édaphiques » (voir paragraphe 4 : Description de la fiche-essence).



Niveaux d'aptitude climatique et hydro-trophique ne peuvent s'additionner de manière systématique. En effet, souvent la limitation climatique observée par rapport à la région n'a pas de rapport direct avec une éventuelle limitation hydro-trophique. Par exemple, une essence est en tolérance dans une région climatique donnée à cause du risque de gel hors saison de végétation. Dans ce cas, on ne peut pas considérer que la tolérance climatique observée puisse « aggraver » une éventuelle tolérance hydro-trophique, et il n'y a donc aucune raison de les « additionner ». L'utilisateur doit par contre être conscient qu'il cumule deux facteurs de risque s'il décide finalement d'installer l'essence dans la station. Plutôt que de tenter d'apporter une fausse exactitude en définissant une règle d'addition « mathématique » des deux niveaux d'aptitude (climatique et hydro-trophique), ils sont donc présentés de manière indépendante. Ce faisant, l'utilisateur conserve toute la latitude de tirer ses propres conclusions quant à l'aptitude globale de l'essence vis-à-vis des conditions écologiques de la station.

4.4 Étape 3 : Choix final des essences : consultation des fiches-essence

L'utilisateur effectue son choix final parmi la liste d'essences potentielles qui lui est proposée dans l'écogramme. Pour ce faire il s'appuie sur la consultation des fiches-essence détaillées.

Bien que les essences proposées à l'utilisateur via l'écogramme soient *a priori* compatibles avec les conditions écologiques de la station, certaines sensibilités particulières de l'essence ont pu ne pas être prises en compte à ce premier niveau d'analyse. Un ensemble de **paramètres autécologiques spécifiques** sont donc présentés plus en détail au niveau de la fiche essence. De manière générale, ces critères **permettent d'affiner l'aptitude** de chaque essence de la liste par rapport aux caractéristiques écologiques de la station : sensibilités climatiques particulières (gelées hors saison, vent, neige et givre, sécheresse estivale), capacités d'enracinement, contraintes édaphiques particulières, etc. Ils **permettent également de trancher dans le cas des « doubles aptitudes » possibles** (essences accompagnées d'un astérisque dans l'écogramme régional).

Les fiches essence présentent par ailleurs une série de **critères complémentaires** – qui ne sont pas en lien direct avec l'autécologie des essences – mais qui peuvent d'une manière ou d'une autre influencer la sélection finale de l'utilisateur parmi l'ensemble des essences écologiquement compatibles : productivité et qualité du bois, sensibilité aux pathogènes et aux dégâts de la faune, impacts écosystémiques et rôles sylvicoles, etc.





Figure 9 : L'utilisateur effectue son choix final d'essences parmi la liste proposée. Ce choix s'appuie sur la consultation des fiches-essence détaillées, qui permettent d'affiner l'aptitude, et de prendre en compte des critères complémentaires.

5 Description de la fiche-essence

La fiche essence regroupe un ensemble d'informations spécifiques qu'il importe de considérer lors du choix des essences, notamment **pour affiner l'aptitude, ou pour tenir compte de critères supplémentaires**. Ce chapitre présente les différentes rubriques qui font l'objet des fiches essence et détaille les informations nécessaires à leur bonne interprétation.

La page de garde comprend la légende des pictogrammes traduisant le comportement des essences face aux changements climatiques, en considérant les différents facteurs écologiques pris en compte dans les fiches.

1. Résumé

A partir des informations qui sont détaillées dans la fiche essence, le résumé synthétise les sensibilités particulières, les caractéristiques autécologiques, la productivité, etc. de l'essence et les organise en principaux « atouts » et principales « limites ».

2. Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1. Distribution naturelle

La distribution naturelle (carte et commentaires) fournit une indication sur le comportement bioclimatique de l'essence et sur son caractère indigène ou exotique. En première approche,



la rubrique permet d'estimer si l'essence rencontre en Wallonie des conditions climatiques optimales, ou se situe plutôt en limite de son aire de dispersion.

Pour certaines fiches, deux aires de distribution distinctes ont été cartographiées : la zone foncée correspond à l'aire de distribution principale de l'essence, tandis que la zone claire correspond à son aire discontinue, c'est-à-dire où elle n'est présente que sporadiquement, à l'occasion de microclimats particuliers liés à la physiographie.

2.2 Distribution et ressources en Wallonie

La distribution de l'essence en Wallonie – en et hors forêt – est cartographiée grâce aux données de l'Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie (IPRFW).

Afin d'avoir une idée plus précise de la ressource en forêt, cette carte est assortie d'un commentaire précisant le taux de présence de l'essence sur les placettes de l'IPRFW. Des graphiques en carré précisent la représentation de l'essence selon les cinq régions naturelles wallonnes : pour chaque région, deux carrés imbriqués représentent le pourcentage de forêt dans lesquelles l'essence est présente par rapport à la surface forestière totale de la région. La dimension du grand carré est proportionnelle à la superficie boisée de la région naturelle.

Le pourcentage de peuplements purs à l'échelle de la Wallonie est également précisé en commentaire. Il permet d'appréhender le caractère plus ou moins disséminé de l'essence. Un peuplement est considéré comme pur si l'essence représente au moins 66 % de la surface terrière pour les feuillus et 80 % pour les résineux (suivant les conventions de l'IPRFW).

3. Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Les conditions climatiques auxquelles l'essence est confrontée en Wallonie sont comparées aux conditions climatiques rencontrées à l'échelle de son aire de distribution. La comparaison porte sur l'amplitude de variation de la température moyenne annuelle et des précipitations annuelles totales, ainsi que sur les températures extrêmes minimales et maximales qui sont respectivement rencontrées dans l'aire naturelle de l'essence et en Wallonie.



ENCART

Cette évaluation des risques climatiques fait référence au climat actuel, seule certitude que nous ayons, et intègre déjà quelques tendances lourdes (ex.: l'épicéa est exclu de l'ensemble de la région limoneuse). Toutefois, il reste trop d'incertitudes dans les modèles climatiques locaux et les capacités de tolérance et d'adaptation des arbres pour fixer dès maintenant l'aptitude climatique des essences dans un demi-siècle, horizon qui se profile pourtant pour les essences régénérées aujourd'hui.

C'est pourquoi une série d'informations complémentaires sont délivrées tout au long de la fiche-essence afin que l'utilisateur puisse mesurer les risques qu'il prend en connaissance de cause. Ces informations sont synthétisées en fin de fiche essence dans la rubrique "comportement face aux changements climatiques".

3.2 Compatibilité altitudinale

De manière générale, une élévation de 100 m d'altitude induit une diminution de température annuelle moyenne de 0,6°C, et en parallèle, une diminution de la longueur de la période de végétation et de la température au cours de cette période. A ce titre, le paramètre altitude peut dans certains cas permettre d'affiner/tempérer l'aptitude climatique vis-à-vis d'une région bioclimatique donnée, si celle-ci présente des altitudes variées (dans les régions ardennaises notamment).

3.3 Sensibilités climatiques

La compatibilité de l'essence par rapport aux 10 régions bioclimatiques wallonnes est cartographiée via un code à 4 couleurs, reflétant les 4 niveaux d'aptitude potentiels : optimum, tolérance, tolérance élargie, exclusion. Lorsque l'essence n'est pas à l'optimum, un commentaire précise les facteurs de risque auxquels l'essence pourrait être confrontée dans les régions bioclimatiques, et le cas échéant, les compensations possibles.

Les sensibilités des essences à différents événements climatiques ponctuels sont décrites dans un tableau de manière distincte pour le stade juvénile (semis, gaulis, bas-perchis) et pour le stade adulte (haut-perchis à futaie). Les arbres sont soit très sensibles (TS), sensibles (S), peu ou pas sensibles (PS). Le cas échéant, des commentaires sur les spécificités de l'essence face aux événements climatiques sont ajoutés.

Six facteurs sont repris :

- **Gelée tardive (printanière)**
Les gelées tardives sont responsables de la mort des jeunes organes et tissus non consolidés juste après le débourrement.
- **Gelée précoce (automne)**



Les gelées précoces sont dommageables si elles surviennent avant la maturité complète des pousses (aoûtement).

- **Sécheresse**

Les dégâts causés par la sécheresse peuvent être très sévères et aller jusqu'au dépérissement et la mortalité.

- **Canicule**

La canicule est une période de forte chaleur, induisant ou renforçant des risques de sécheresse. Ces fortes chaleurs produisent également une dégradation de la chlorophylle, faisant apparaître des jaunissements et rougissements des feuilles.

- **Neige et givre**

La neige et le givre peuvent coucher les semis et les plants sous leurs poids et casser les branches d'arbres adultes, voire des arbres entiers.

- **Vent**

Les vents violents peuvent casser le tronc (volis), les racines et les branches (bris), ou déraciner les arbres (chablis). Les arbres soumis au vent régulier peuvent subir des déformations de la cime et du tronc, préjudiciables à la qualité du bois.

De concert avec la topographie, la prise en compte de ces sensibilités permet d'affiner la compatibilité climatique de l'essence à l'échelle de la station.

4. Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude

L'écogramme d'aptitude présenté au niveau de la fiche-essence vise à définir la gamme de conditions hydriques et trophiques compatibles avec le bon développement de l'essence².

L'aptitude de l'essence vis-à-vis des différentes combinaisons de niveaux hydriques et trophiques est définie dans l'écogramme par un code couleur, et permet donc de visualiser le niveau de contrainte auquel est confrontée l'essence selon ces différentes situations écologiques.

Ainsi, dans l'exemple présenté (écogramme principal) :

- **d'un point de vue trophique**, le hêtre est à l'**optimum dans les sols méso-oligotrophes à carbonatés** (niveaux trophiques -1 à 2) ;
- **d'un point de vue hydrique**, il est à l'**optimum dans les sols frais à mésique** (niveaux hydriques 0 à 2) ;
- **en dehors de cette zone, certaines conditions deviennent donc limitantes**. On observe par exemple que le hêtre est en tolérance élargie dans les sols oligotrophes (niveau trophique 3) qui sont trop acides, et exclu des sols xériques (niveau hydrique

² Définition de l'écogramme et signification des niveaux des axes, voir point 3.3



6) ou très humides (niveaux hydriques -3 à -4).

Lorsque **deux aptitudes possibles ont clairement été identifiées pour un même niveau de l'écogramme**, on observe pour ce niveau un **rond partagé en deux couleurs** correspondant alors aux deux aptitudes possibles. Ces situations peuvent être en lien avec deux types de facteurs :

- compensation liée à une ou plusieurs **régions(s) bioclimatique(s)**, auquel cas une **note explicative est associée à l'écogramme**. Dans l'exemple présenté, on observe par exemple que le hêtre est considéré en tolérance élargie pour le niveau hydrique 3, qui est trop sec par rapport à son écologie, mais que pour ce même niveau hydrique, l'essence bascule vers la tolérance en Ardenne, en raison d'une compensation liée à la forte pluviosité enregistrée dans cette région.
- compensation liée à un ou plusieurs **facteur(s) édaphique(s)**. Dans ce second cas, il conviendra de **se référer aux tableaux de contraintes édaphiques** afin de juger de l'aptitude réelle de l'essence, en fonction des particularités de la station qui est analysée (voir point suivant, 4.3 – contraintes édaphiques). Ce cas est notamment **très fréquent** en ce qui concerne les niveaux relatifs aux **stations à régime hydrique alternatif** (-1 RHA ; -2 RHA ; -3 RHA). Dans l'exemple présenté, on observe par exemple que pour certaines stations de niveau trophique -2 (niveaux hydro-trophique (« 0 ; -2 », « 1 ; -2 » et « 2 ; -2 »), le hêtre est soit en optimum, soit en tolérance. En se référant au tableau de contraintes édaphiques associé, on constate que cette limitation tient au fait que certaines stations de niveau trophique -2 peuvent présenter une carence en éléments minéraux. Des analyses foliaires sont donc recommandées pour plus de sûreté.

Notons que dans tous les cas, il est **essentiel de lire l'écogramme en regard des tableaux de contraintes édaphiques** présentés ci-après, et dans lesquels des nuances peuvent être apportées si certains « **facteurs atténuants** » ou « **facteurs aggravants** » sont identifiés sur la station.

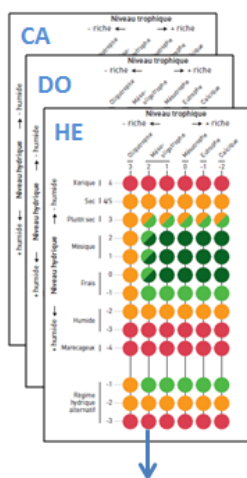


ENCART

Écogramme d'aptitude de l'essence et écogramme régional... quelle différence ?

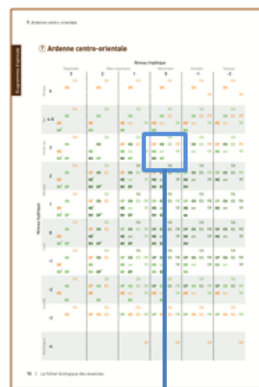
Il n'y a pas à proprement parler de différence entre l'écogramme d'aptitude de l'essence et l'écogramme régional ; à ceci près que l'écogramme présenté au niveau de la fiche-essence **définit l'aptitude d'une essence en particulier** vis-à-vis des différentes situations hydro-trophiques, tandis que l'**écogramme régional présente l'information pour l'ensemble des essences qu'on peut rencontrer dans une région bioclimatique donnée** (via le code typographique).

Écogramme 'essence'



Définit l'**aptitude d'une essence donnée** par rapport aux différentes **situations hydro-trophiques** de l'écogramme

Écogramme régional



CA
CP CS ES FR
HE mr TP
DO EP

Carte de compatibilité climatique de l'essence



Définit l'**aptitude hydro-trophique** des **différentes essences compatibles** avec une **région donnée** (via le code typographique).

4.2 Contraintes édaphiques

Lors de sa croissance, l'essence peut être confrontée à des contraintes édaphiques de nature chimique et/ou hydrique.

Contraintes chimiques

Ces contraintes résultent d'un **excès d'acidité** ou de la **présence de carbonates** dans la terre fine en surface (0-20 cm de profondeur).



Contraintes hydriques

Trois types de contraintes hydriques ont été distinguées :

- *Engorgement*

Le risque lié à l'engorgement du sol n'est en réalité pas en relation directe avec un approvisionnement en eau trop important (l'arbre n'a jamais trop d'eau à disposition). **La contrainte résulte en fait du manque d'oxygénation** du sol qui est inhérent à ces situations, car l'eau remplace l'oxygène dans les pores du sol.

Chaque essence présente un niveau de sensibilité plus ou moins important face au manque d'oxygène, et à l'inverse de ce qui s'observe par rapport au déficit hydrique, **le type de réaction face à la contrainte d'engorgement peut être très variable d'une essence à l'autre**. Certaines essences présentent par exemple une tolérance relativement élevée par rapport à l'engorgement, impliquant qu'on les rencontre fréquemment sur des stations humides, mais elles y produisent par contre un bois de piètre qualité (frêne, érable) ; d'autres enregistrent une forte productivité dans les milieux humides, mais avec un risque très important de chablis (douglas), *etc.* Pour cette raison **le type de risque sylvicole encouru est explicité au-dessus du tableau**.

Les situations prises en compte dans cette rubrique concernent :

- **les sols très humides avec présence d'une nappe permanente**, qui correspondent aux sols à gley (drainage e, f ou g) et aux sols (para-)tourbeux ;
- **les sols modérément humides avec présence d'une nappe temporaire**, qui correspondent aux sols à pseudogley (drainage h ou i) **régulièrement approvisionnés en eau**. **Il s'agit donc uniquement de sols colluvionnaires ou alluvionnaires**, à mettre en lien avec les **situations topographiques de plaines ou fond de vallées** (absence de développement de profil, code « p »). Exemples : Ahp, Eip, *etc.*

- *Régime hydrique alternatif (RHA)*

Les stations à régime hydrique alternatif correspondent à des sols de plateau, plus ou moins gorgés d'eau en hiver et au début du printemps, et plus ou moins secs en été. Ces situations sont inhérentes à un mauvais état de drainage interne du sol – en lien avec une structure compacte et/ou la présence d'un substrat ou d'un horizon imperméable – combiné à une position topographique où le drainage latéral et les apports d'eau sont quasi-nuls. Sur ces stations, les arbres sont donc confrontés à une **double contrainte** : **le manque d'oxygène pendant la « période humide »**, en lien avec l'engorgement – **le manque d'eau lors de la « période sèche »**, et ce d'autant plus que la réserve utile du sol est faible (sols compacts, superficiels).

Remarque importante : même lorsqu'elle est située sur plateau, une **zone de colluvionnement (absence de développement de profil, code « p »)** ne constitue pas un sol



à **régime hydrique alternatif** ; ces stations sont à rattacher au point précédent « sols engorgés ». Exemple : Adp, Ahp, Aip, Edp, etc.

- *Déficit hydrique*

Les réserves en eau sont insuffisantes pour permettre à l'arbre d'assurer le bon fonctionnement de son métabolisme (transpiration, photosynthèse). Au-delà d'un certain niveau de contrainte – bien sûr variable d'une essence à l'autre – l'arbre subit un stress irréversible et peut finir par dépérir.

Lecture des tableaux de contraintes édaphiques

Pour chacune des contraintes précitées, la sous-rubrique précise d'abord **le niveau de sensibilité** de l'espèce selon le codage suivant : Très Sensible, Sensible, Peu Sensible.

Seule exception, la sensibilité aux carbonates : l'essence est soit sensible, soit non sensible à ce facteur.

Le facteur de risque principal auquel être attentif est explicité dans la première colonne du tableau, et est traduit – selon le tableau concerné – en paramètre pédologique (selon la codification utilisée par la Carte Numérique des Sols de Wallonie) ou en valeur de pH. **Ce facteur de risque est associé au niveau hydrique ou trophique auquel il renvoie** (selon les clés abiotiques). Facteur de risque et niveau hydrique/trophique sont encore **associés à une pastille de couleur rappelant la ou les classe(s) d'aptitudes qui leur est associée dans l'écogramme**. Dans le cas d'un facteur de risque trophique, la pastille de couleur qui lui est associée concerne l'aptitude de l'essence en optimum d'un point de vue hydrique. L'inverse est valable dans le cas d'un facteur de risque hydrique.

S'il en existe, une série de « **facteurs atténuants** » ou de « **facteurs aggravants** » sont **précisés, en regard du ou des facteur(s) de risque édaphique avec le(s)quel(s) ils pourraient interagir**. Ces différents facteurs pourront donc être recherchés par l'utilisateur sur sa station lorsque, l'essence d'intérêt n'étant *a priori* pas en situation optimum pour cette situation hydro-trophique, il souhaite affiner son diagnostic par la prise en compte d'éventuels facteurs connexes. **Ces facteurs ont donc vocation à laisser plus de latitude à l'utilisateur dans son analyse. A chacun d'évaluer si le ou le(s) facteur(s) atténuant(s) ou aggravant(s) identifiés dans une situation donnée s'avèrent suffisamment importants pour conduire à modifier la classe d'aptitude normalement définie pour l'essence sur la station.**



Mode de prise en compte des facteurs atténuants/aggravants et des diagnostics de terrain en fonction des différents facteurs de risque identifiés sur la station : Exemple schématique

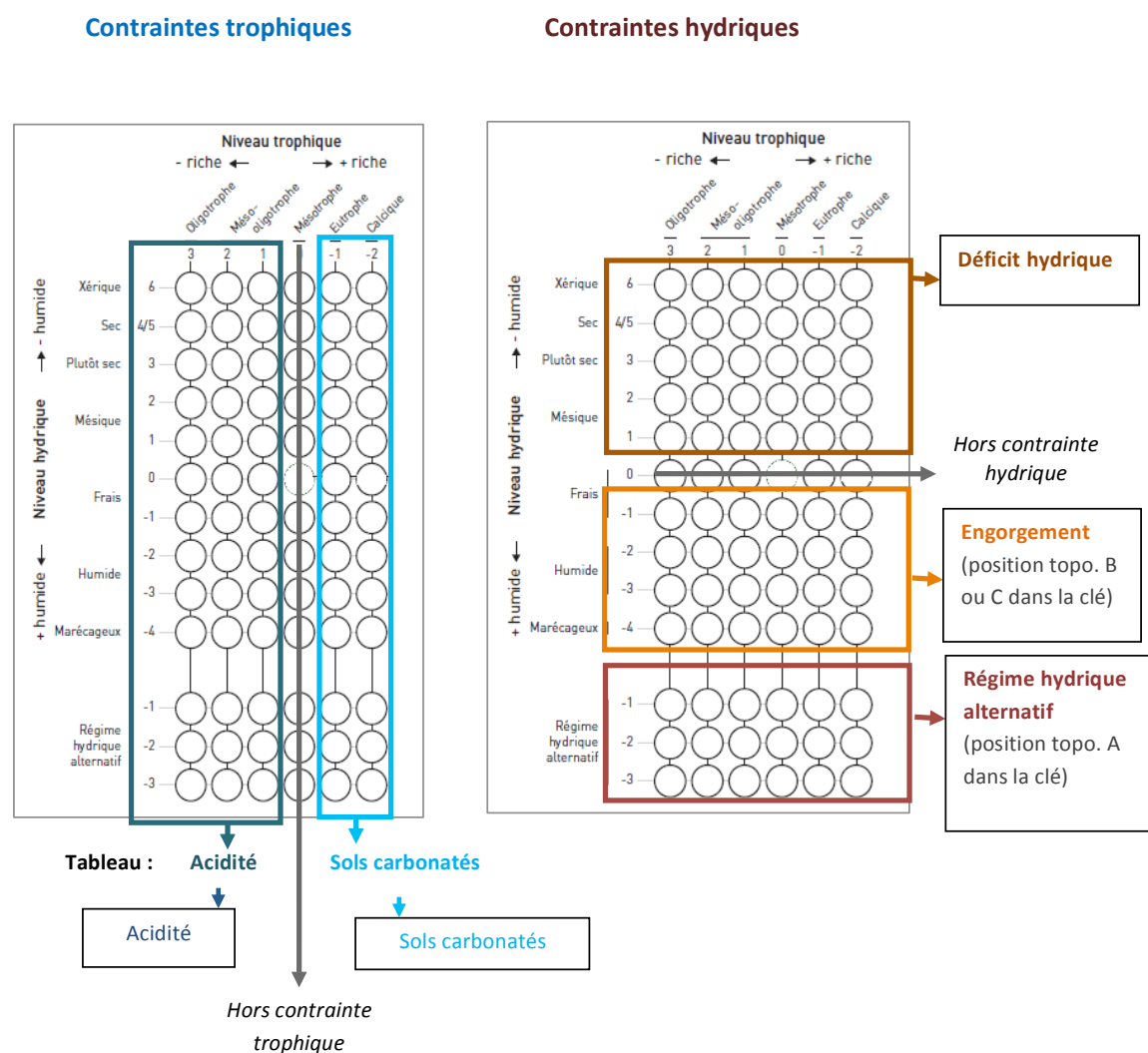
Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Facteur 1	Facteur A	Aucun	<ul style="list-style-type: none"> - D1 - D2 - D3
Facteur 2		<ul style="list-style-type: none"> - Facteur C1 - Facteur C2 	

Dans l'exemple du **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, les facteurs 1 et 2 constituent tous deux des facteurs de risque. Dans ce cas, ces deux facteurs peuvent être aggravés par le facteur A. Il n'existe pas de facteur atténuant pour le facteur 1, en revanche la présence des facteurs C1 ou C2 permet d'atténuer les effets du facteur 2. La réalisation sur le terrain du ou des diagnostics D1, D2 et D3 est toutefois nécessaire afin de vérifier la présence de ces facteurs atténuants et la gravité des facteurs de risque.



Lecture d'un tableau de contrainte édaphique en regard de l'écogramme hydro-trophique : à quel tableau de contrainte dois-je me référer ?

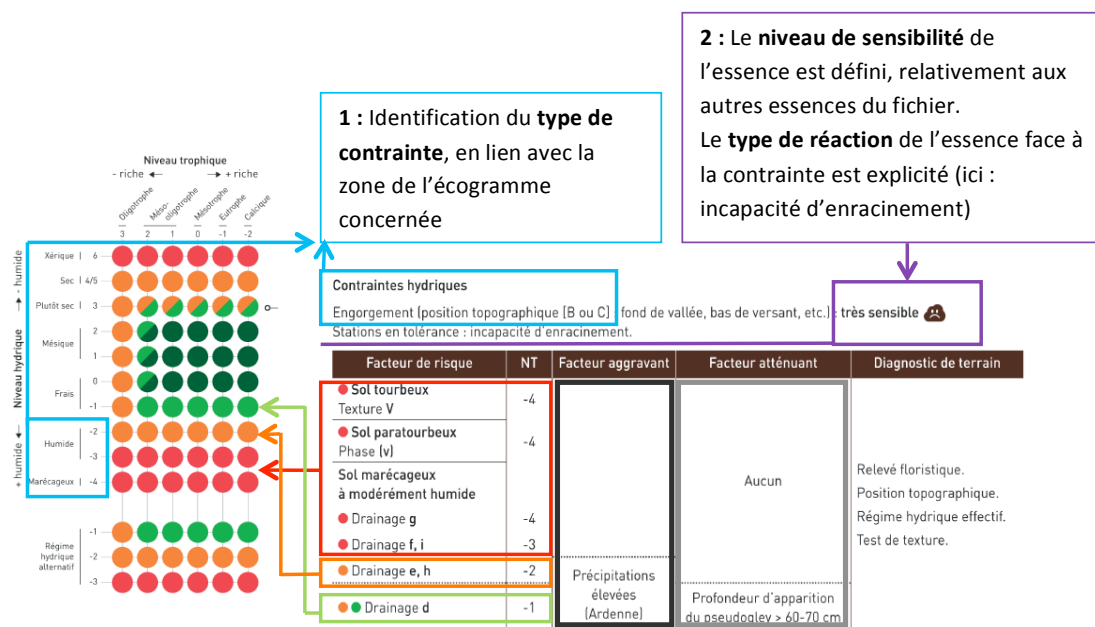
Zéro étant considéré comme la situation « hors contrainte »³ sur chacun des axes, les tableaux de contraintes édaphiques se rapportent aux zones de l'écogramme situées de part et d'autre de cette valeur pivot. Cinq zones sont discriminées, renvoyant chacune vers un tableau de contrainte spécifique :



³ Dans la grande majorité des cas le niveau 0,0 constitue un niveau sans contrainte écologique spécifique ; toutefois dans de rares cas, il existe des essences qui rencontrent une limitation écologique pour le niveau 0 trophique (ex : épicea).



Lecture d'un tableau de contrainte édaphique en regard de l'écogramme hydro-trophique : un exemple d'utilisation



3. Le facteur de risque est codifié selon la légende de la carte des sols de Wallonie (CNSW). Il est mis en lien avec le niveau de l'écogramme auquel il fait référence (NH), et avec l'aptitude de l'essence pour ce niveau via les pastilles de couleur :

Si la station est caractérisée par : un sol tourbeux (texture V sur la CNSW), un sol paratourbeux (Phase V), ou un sol marécageux (drainage g), le niveau hydrique défini dans l'écogramme est -4. L'essence est en exclusion sur la station.

Si la station est caractérisée par un drainage f ou i, le niveau hydrique défini est -3. L'essence est également en exclusion pour ce niveau.

Si la station est caractérisée par un drainage e ou h, le niveau hydrique défini est -2. L'essence est en tolérance élargie.

Si la station est caractérisée par un drainage d, le niveau hydrique défini est -1. L'essence est en tolérance pour une situation sans contrainte trophique particulière, ou en tolérance élargie dans le cas d'une station oligotrophe (niveau trophique 3).

4. les facteurs aggravants ou atténuants sont à prendre en compte par rapport au(x) facteur(s) de risque au(x)quel(s) ils sont associés :

Il n'existe pas de facteur qui pourrait conduire à atténuer l'effet d'un niveau hydrique -4 à -2 (sol tourbeux à drainage e ou h), parce que l'essence est très sensible à l'effet de l'anaérobiose ;

Dans le cas d'un drainage d – situation de tolérance – la situation sera plus favorable si les taches apparaissent plus profondément que 60 cm à 70 cm.

- Une forte pluviométrie risque d'aggraver la situation lorsque l'essence est déjà installée sur une station mal drainée, comme par exemple sur les hauts plateaux ardennais.
- Ce facteur n'est cependant pas à prendre en compte pour les stations marécageuses à très humides (NH -3 et -4), puisque dans ces situations l'essence est de toutes façons exclue, quelles que soient les autres conditions environnementales.



Lecture d'un tableau de contrainte édaphique en regard de l'écogramme hydro-trophique : le cas des doubles aptitudes

Régime hydrique alternatif	-1RHA						
	-2RHA						
	-3RHA						
		-3	-2	-1	0	1	2

3.4. Contraintes édaphiques Chêne pédonculé UCL

3.4.2. Contraintes hydriques

Sol à régime hydrique alternatif « RHA » (position topographique [A] : plateau)

très sensible ☹️

Risque principalement lié au déficit hydrique estival, pouvant engendrer des dépérissements.

Facteur de risque	Niveau hydrique	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage d, h, i	-1 RHA à -3 RHA	Sol peu profond : Phases 2,3,4 « Argiles blanches »* (sigles Gix et Ghx) Contexte schisto-argileux de Famenne	Sol bien structuré, principalement en contexte calcaire : marne, macigno, argile de décarbonatation, etc. Apports d'eau locaux importants (microtopographie) : zone de source ou de suintement Sol limoneux profond	Position topographique Relevé floristique Régime hydrique effectif Contexte lithologique Tests de texture et de compacité Test de structure (sols argileux)

(*) dans le cas des Gix et Ghx, se référer à la fiche « Sols à argiles blanches », Typologie et aptitudes stationnelles. Timal et al. 2012

- 1) Dans le cas d'un drainage d, h, ou i sur plateau la situation correspond à un régime hydrique alternatif, soit une station alternativement engorgée en hiver, et sèche en saison de végétation. Les niveaux hydriques associés sont respectivement -1RHA, -2RHA et -3 RHA.
- 2) On observe que le chêne pédonculé est très sensible à cette contrainte, et que le risque est principalement lié au déficit hydrique estival, moins à l'engorgement hivernal.
- 3) Des situations stationnelles très distinctes sont en fait regroupées sous ces niveaux (voir encart suivant), ce qui explique que deux niveaux d'aptitude puissent être observés dans ces situations : soit la tolérance, soit la tolérance élargie. On sera donc particulièrement attentif aux facteurs aggravants et atténuants qui vont aider dans le choix de l'aptitude réelle de l'essence en fonction du contexte de la station analysée.

Dans le cas présent, si la station correspond à un plateau schisto-argileux Famenien, *a fortiori* de faible profondeur (exemple : uGix2 ou Gdbf2) la situation sera très défavorable au chêne pédonculé car ces situations sont très sèches en été. Par contre, dans le cas d'une station à couverture limoneuse épaisse (ex : Ada, Aha), la réserve en eau du sol sera très probablement plus importante que dans le premiers cas. On s'orientera donc vers la tolérance élargie dans le premier cas, et vers la tolérance dans le second.



Les principaux types de régimes hydriques alternatifs en Wallonie [\(ENCART en lien avec l'exemple précédent\)](#)

Bien qu'ils soient tous liés par les caractéristiques présentées ci-avant, on reconnaît néanmoins qu'il **existe différents types de sols à régime hydrique alternatif à travers la Wallonie**, et que **le niveau de contrainte peut considérablement varier de l'un à l'autre** (et ce même s'ils sont définis par la même classe de drainage !). Pour résumer, on distingue généralement quatre grands types de régimes hydriques alternatifs :

- **Plateaux limoneux humides.** Il s'agit de **sols limoneux profonds** avec présence d'un **horizon compact** (<80 cm) contrariant le drainage. Ces sols correspondent généralement à des « **sols bruns lessivés** », dans lesquels la fraction argileuse a migré du haut vers le bas du profil, et s'y est accumulée sous forme d'une couche plus ou moins compacte. Ils sont très fréquents en région limoneuse (plateaux brabançons et hesbignons), mais peuvent exister un peu partout sous forme de placages (Ardenne condruzienne notamment). Ces sols profonds sont dotés d'une **réserve utile relativement importante**, du moins pour les **essences à enracinement puissant** (Chêne, frêne). Ils correspondent généralement aux sigles Ada, Aha et Aia ;
- **Marnes et macignos.** Il s'agit de **sols argileux** caractéristiques de certaines régions de Lorraine. Ce sont généralement des **sols profonds**, ce qui a comme conséquence une augmentation de la réserve utile. Les sols marneux et macignos peuvent être **plus ou moins structurés**, notamment en lien avec la présence plus ou moins importante de calcium dans le profil (**structuration favorisée en cas de pH élevé, profil carbonaté**). Dans ce type de sol, l'enracinement se développe généralement le long de fentes de retrait, qui apparaissent lors des périodes de ressuyage.
- **Plateaux argilo-schisteux de Famenne.** Les schistes de Famenne s'altèrent en une argile très fine, mal structurée, qui, à la faveur d'un relief plane, va colmater les fissures présentes dans la roche sous-jacente, créant dès lors un **plancher complètement imperméable**. Ces sols sont **généralement peu profonds**. Il s'agit généralement de stations contraignantes, caractérisées à la fois par une **réserve utile très faible** – et donc une période sèche très marquée – et également par un engorgement hivernal très marqué, du fait de leur plancher imperméable
- **Argiles blanches.** Il s'agit de **sols limono-caillouteux humides** qui se sont principalement développés sur les **plateaux froids et humides** d'Ardenne, mais qu'on observe plus localement ailleurs (Ardenne condruzienne, Lorraine). Ils correspondent aux sigles Gix et Ghx. Ces sols sont caractérisés par la présence d'un **horizon très compact à faible ou moyenne profondeur** (le fragipan, parfois argileux), formant un véritable plancher imperméable. Les argiles blanches sont dotées d'une **faible réserve utile**, mais elles **peuvent être très humides parfois pendant une longue période de l'année**, en lien avec la **pluviométrie** locale, la microtopographie, ou la présence de **zones de sources** qui sont fréquentes sur ces plateaux.



4.3 Enracinement

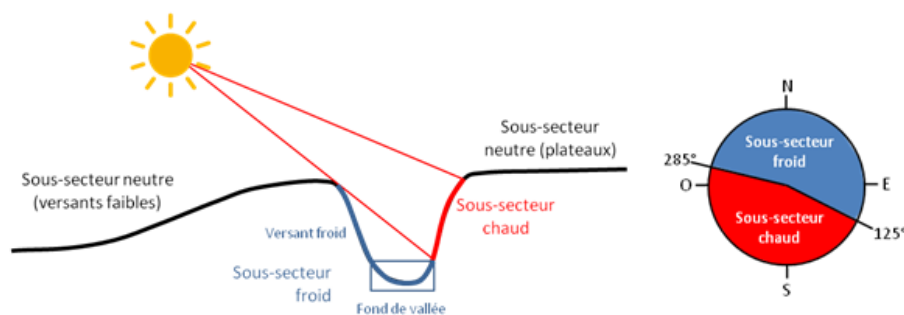
L'enracinement joue un rôle majeur dans la stabilité de l'arbre et dans l'exploitation des ressources du sol (eau et éléments minéraux).

Le dessin illustre l'enracinement potentiel de l'essence, c'est-à-dire celui qui se développe en l'absence de contraintes édaphiques particulières (compacité, engorgement, forte charge caillouteuse, etc.). Trois grands types de systèmes racinaires sont distingués, selon la présence et l'importance de pivots (primaires et secondaires), de racines charpentières horizontales, obliques et verticales.

Un commentaire précise les caractéristiques particulières de l'enracinement, et sa sensibilité éventuelle à l'engorgement (anaérobiose), la compacité, ou toute autre particularité.

4.4 Effets des microclimats topographiques

La situation topographique d'une station peut dans certains cas influencer grandement sur les conditions climatiques locales, donnant lieu à ce qu'on appelle un microclimat. Ainsi, par rapport à une situation de plat ou de faible pente, les versants marqués se caractérisent par un surplus ou un manque de lumière selon leur orientation par rapport au soleil. D'autre part, dans les fonds de vallées encaissées, l'ombrage et la stagnation de froid et d'humidité produisent des conditions microclimatiques potentiellement dangereuses pour certaines essences sensibles (gelées, manque de chaleur, brouillards).



Partant de ces constats, quatre positions topographiques ont été différenciées en regard de leurs effets importants sur le microclimat :

- Les plaines, plateaux et faibles pentes (secteur neutre). Ces situations qui n'induisent pas de microclimats particuliers, sont considérées sans effets.
- Les versants chauds (secteur chaud). Les versants présentant une pente marquée (>12°, soit 20%) orientés vers le Sud reçoivent un surplus de radiation qui se traduit



par une atmosphère plus chaude et sèche, ainsi que par des écarts de températures plus marqués entre le jour et la nuit. On note également sur ces stations une évaporation plus importante qui vide plus rapidement les sols de leur réserve hydrique.

- Les versants froids (secteur froid). A l'inverse des versants chauds, les versants pentus orientés vers le Nord présentent une atmosphère plus fraîche, plus humide et plus tamponnée ; cette situation est plutôt favorable aux espèces à caractère montagnard.
- Les fonds de vallées encaissées (secteur froid). Dans les vallées encaissées, le fond de vallée est généralement ombragé. De plus, il est sujet à l'accumulation et à la stagnation du froid (qui peut provoquer de sévères gelées tardives) et de l'humidité, à l'origine de fréquents brouillards.

Une attention particulière doit également être apportée aux situations topographiques qui provoquent des accumulations d'air froid, communément appelées « trous à gelées ». Ces situations ne sont pas formalisées sur la coupe topographique car elles peuvent être très diverses et relèvent de l'expérience locale (dépressions, plateaux, concavités, *etc.*) ; il est néanmoins essentiel d'identifier ces situations en regard de la sensibilité des essences aux gels hors saisons.

Enfin – outre ces considérations purement microclimatiques – on note que bien souvent, les situations de pentes fortes s'accompagnent d'une profondeur de sol réduite (bien que ceci ne soit pas systématique), induisant de ce fait un risque pour les espèces à fort besoin en eau.



5. Aspects sylviculturaux

5.1. Phénologie et régénération

La connaissance précise des cycles phénologiques permet de choisir les espèces et les provenances les mieux adaptées à un contexte climatique particulier. Elle permet également de mieux profiter du potentiel de régénération naturelle.

Les périodes de foliation, de floraison, de fructification, de dissémination des graines et de germination sont indiquées par un code couleur et une icône associée dans le schéma qui représente la succession des mois. Les principales informations portant sur les traits impliqués dans la régénération sexuée (maturité sexuelle, type de fleurs/fruits, mode de pollinisation/dissémination, période de floraison/fructification/dissémination/germination, etc.) sont décrits.

L'aptitude de l'essence à la multiplication végétative est précisée, en indiquant les modes de renouvellement rencontrés ainsi que l'âge à partir duquel la faculté de multiplication se réduit.

5.2. Croissance et productivité

La croissance potentielle de l'essence est présentée graphiquement par l'évolution de la hauteur dominante en fonction de l'âge. La gamme de productivité est définie par les courbes inférieure et supérieure du graphique, qui représentent les classes de plus faible et plus forte croissance. Le type de croissance est par ailleurs caractérisé sur base de la précocité, de la vitesse et du maintien en regard de la première classe de productivité de l'essence.

Les paramètres suivants sont également présentés :

- Hauteur à maturité : gamme de hauteurs que l'essence peut atteindre à environ deux tiers de sa longévité, dans de bonnes conditions de croissance (classe de productivité supérieure). Dans certains cas, et de manière purement anecdotique, la hauteur du plus haut sujet observé en Wallonie peut également être précisée ;
- Productivité : gamme d'accroissement annuel moyen maximum en volume (AMVmax) selon les classes de productivité publiées, indiqué en mètre cube bois fort/ha/an. Cette valeur fait référence à un peuplement pur et équienne ;
- Longévité : âge maximum que peut atteindre l'essence avant de dépérir ;
- Exploitabilité : il s'agit d'une fourchette d'âges qui correspond à l'exploitabilité habituelle de l'essence en Wallonie. Ce paramètre vise à fournir au sylviculteur une information sur la durée de révolution pour laquelle il s'engage, et au besoin, de définir l'âge limite avant une éventuelle dépréciation du bois.



5.3. Tempérament

La lumière joue un rôle essentiel dans la régénération, la survie et la croissance des arbres. Elle conditionne également la qualité du bois formé.

Le comportement de l'essence au stade juvénile (semis, fourré et gaulis) est d'abord caractérisé en terme de survie par un degré de tolérance à l'ombrage. L'essence est positionnée de manière relative, sur une échelle continue. A des fins de comparaison, dix essences 'clés' sont reprises sur cette même échelle, et ordonnées selon un gradient allant des moins tolérantes (à gauche) aux plus tolérantes (à droite). Ces niveaux de tolérance sont ensuite traduits en termes opérationnels en précisant l'une des quatre options suivantes :

- Supporte une intensité lumineuse faible et demande un couvert supérieur pendant une période assez longue ;
- Supporte une intensité lumineuse faible mais réagit très bien à la mise en lumière en terme de croissance ;
- Supporte un couvert supérieur léger uniquement pendant les premières années ;
- Ne supporte aucun couvert supérieur.

Au stade adulte (perchis, futaie), la réaction de l'essence à la lumière est caractérisée selon la terminologie suivante :

- Tolère l'ombrage, supporte une mise en lumière brutale (pour autant que le tronc soit protégé) ;
- Tolère l'ombrage, nécessite une mise en lumière progressive ;
- Exige la pleine lumière, supporte une compétition latérale ;
- Exige la pleine lumière, ne supporte pas la compétition latérale.

Le tableau précise par ailleurs les conséquences éventuelles sur la survie de l'arbre et la qualité des tiges de différents niveaux d'éclairément.

5.4. Précautions à l'installation

Certaines essences requièrent des précautions particulières lors de la plantation ou pour la conduite d'une régénération naturelle. Une synthèse des sensibilités et des exigences de l'essence au stade juvénile indique à l'utilisateur les points clés auxquels être attentif en vue de la réussite du renouvellement.

5.5. Impacts sylvicoles et écosystémiques

Les essences exercent, par leurs caractéristiques intrinsèques, une influence importante sur le fonctionnement biochimique, physique et biologique de l'écosystème. Leur impact peut par ailleurs être modulé par les interventions sylvicoles, en particulier la densité



d'installation, l'intensité des coupes et le mélange d'essences.

Quatre caractéristiques propres aux essences ont été prises en compte, chacune ayant un impact important sur le milieu : type de couvert, vitesse « intrinsèque » de décomposition de la fane, type d'enracinement et capacité d'accueil. Ces caractéristiques sont évaluées pour l'essence. Partant de ces caractéristiques, des flèches établissent un lien avec les différents rôles que chacune peut avoir en termes de biodiversité (développement du sous-bois, biodiversité taxonomique associée, etc.), de sylviculture (gainage, abri latéral ou vertical) et de capital sol (recyclage des éléments, fixation et structuration des sols).

5.6. Principaux défauts du bois et de la grume et recommandations sylvicoles

Cette rubrique concerne les principaux défauts spécifiques à l'essence, qui ont un impact important sur la qualité du bois au point d'éventuellement orienter le mode de gestion, voire le choix d'essence. Seuls les défauts majeurs et fréquents ont été considérés. S'il en existe, des recommandations sylvicoles sont proposées pour orienter la gestion et réduire au maximum l'impact de ces défauts.

6. Agents de dommage

6.1. Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

La sensibilité aux dégâts de la faune sauvage est évaluée par l'attractivité intrinsèque qu'exerce chaque essence. Celle-ci est caractérisée pour trois types de dégâts : abroustissement, écorcement, frotture. **Dans la mesure du possible, l'évaluation de l'attractivité est faite pour une population d'animaux en accord avec la capacité d'accueil du milieu**, étant admis que dans une situation de surpopulation, toutes les essences pourront être attaquées.

Trois niveaux d'attractivité ont été définis : forte, moyenne et faible. Des commentaires spécifiques peuvent également accompagner cette évaluation (potentiel de cicatrisation, attaques éventuelles des lagomorphes, etc.).

6.2. Ravageurs et agents pathogènes principaux

Une liste des principaux risques phytosanitaires encourus par l'essence est présentée. Celle-ci permet aux gestionnaires de poser un choix d'essence en conformité avec les principaux risques connus. La liste des pathogènes n'est **pas exhaustive** et reprend les pathogènes les plus fréquents de l'essence et qui ont un impact particulièrement important en termes de perte de productivité ou de mortalité des peuplements. Des informations supplémentaires peuvent être obtenues auprès de l'Observatoire Wallon de la Santé des Forêts.



Les informations reprises dans la rubrique concernent :

- L'agent de dommage (nom français et scientifique) associé à un pictogramme symbolisant le type de pathogène dont il s'agit (champignon, insecte et autres types d'organismes) ;
- Le(s) site(s) d'attaque sur l'arbre, ainsi qu'une description brève des symptômes ;
- Les conditions d'apparition qui peuvent être liées à une association de pathogènes, à des conditions climatiques ou stationnelles particulières, etc. ;
- Le risque éventuel de propagation dans le peuplement ;
- Les conséquences de l'attaque : peut-elle conduire à la mort de l'arbre ou uniquement à certains dégâts.

7. Valorisation du bois

Le marché du bois évolue en permanence et parallèlement, l'industrie propose sans cesse de nouvelles techniques qui modifient considérablement les usages traditionnellement associés aux bois produits. Il est donc très délicat de définir de manière claire et non arbitraire l'ensemble des valorisations auxquelles s'attendre à l'issue d'une révolution pour une essence. Les valorisations potentielles ne doivent donc pas constituer l'élément principal du choix de l'essence. Cependant, en lien avec les caractéristiques anatomiques du bois, il est évident que certaines essences sont plus ou moins adaptées à des usages diversifiés, offrant ainsi une meilleure souplesse face aux fluctuations du marché. Il est donc intéressant d'identifier les essences les plus polyvalentes ou celles qui peuvent amener à des valorisations spécifiques.

La capacité de l'essence vis-à-vis de 4 catégories d'utilisation est évaluée par une case à cocher et concerne :

- L'utilisation en structure : charpente, ossature, etc. ;
- L'utilisation intérieure : menuiserie et aménagements, ébénisterie, etc. ;
- L'utilisation extérieure soumise aux aléas climatiques : bardage, poteaux et piquets, terrasses, jeux d'extérieur, etc. ;
- Les utilisations spécifiques.

L'évaluation se fait sur base des qualités intrinsèques, sans tenir compte des traitements éventuels du bois.



8. Atouts et faiblesses face aux changements climatiques

D'une manière générale, dans nos régions d'Europe moyenne, ce sont surtout les vagues de chaleur et les épisodes de sécheresse en périodes printanière et estivale qui risquent d'être déterminants pour les essences forestières, mais d'autres facteurs sont également à prendre en considération : les températures maximales atteintes lors des canicules en été, les gelées hors saison associées à l'allongement de la période de végétation, l'augmentation des précipitations hivernales, la fréquence plus importante d'évènements climatiques extrêmes, le manque de froid en hiver, les modifications des populations d'insectes et d'agents pathogènes qui affectent les arbres, *etc.*

Bien qu'il soit impossible de déterminer avec précision quel sera le climat futur et comment s'y comporteront les essences, un niveau de risque peut être évalué en considérant certaines caractéristiques intrinsèques qui constituent soit des atouts, soit des limites dans un contexte de changements climatiques. Cette évaluation revêt un caractère essentiel puisque – en raison de la longévité des arbres et de la relative rapidité d'évolution des changements climatiques – les plantations ou régénérations naturelles doivent être projetées dans le climat de la fin du XXI^e siècle.

Un texte libre synthétise les atouts et faiblesses des essences face aux changements climatiques. Il s'appuie sur les éléments mis en évidence tout au long de la fiche-essence sous la forme de pictogrammes.

9. Références majeures

Quelques références sont données afin que les gestionnaires qui souhaitent approfondir leur réflexion sur une essence en particulier puissent accéder rapidement à une littérature technique spécifique.



6 Outils et méthodes de diagnostic

6.1 Clés pour la détermination des niveaux hydrique et trophique de la station

6.1.1 Complémentarité des approches floristique et abiotique

L'identification des niveaux hydrique et trophique n'est pas une tâche aisée. De nombreux paramètres locaux peuvent brouiller les pistes telles l'hydromorphie non fonctionnelle héritée du passé, le matériau parental géologique de nature différente du dépôt qui a engendré le sol, la présence d'un horizon imperméable comme un fragipan, les dynamiques pédogénétiques en cours, etc. Ce sont autant de complications qu'il n'est pas possible d'intégrer dans un outil simple d'interprétation de la station, comme se revendique le Fichier Écologique.

Il faut dès lors utiliser les outils du Fichier Écologique avec discernement, voire les interpréter librement. À cet égard, il est intéressant de confronter les approches floristique et abiotique car elles apportent des informations complémentaires.

En effet, la flore du sous-bois est un bon indicateur des niveaux hydrique et surtout trophique qui permet de situer rapidement le contexte global de la station et ce, d'autant mieux que la forêt est proche de son état naturel non perturbé. La flore intègre bien le fonctionnement actuel du sol, notamment son drainage interne. Par contre, elle réagit surtout aux conditions de surface. À ce titre, elle est parfois incapable de déceler les changements trophiques qui surviennent en profondeur ou encore, elle peut être très fortement influencée par des conditions d'humus non représentatives de la fertilité du sol dans son ensemble (acidité de surface sous résineux, par exemple).

Les caractéristiques du sol, qui paraissent plus objectivement mesurables, permettent quant à elles une interprétation plus fonctionnelle de la station en termes de disponibilité en eau et en éléments minéraux. Mais cette approche recèle aussi ses pièges : la profondeur de sol que l'on estime à la sonde pédologique ou qui est renseignée sur carte (la profondeur de sondage) est-elle vraiment celle qu'utilisent les racines (la profondeur utile) ? L'hydromorphie constatée (taches de rouille, horizon blanchi) indique-t-elle un engorgement actuel du sol (hydromorphie fonctionnelle) ou résulte-t-elle plutôt d'anciennes conditions (hydromorphie non fonctionnelle) ? En sols siliceux, comment vraiment connaître la disponibilité en éléments minéraux sans en mesurer les teneurs ?



Il peut donc arriver que les diagnostics floristique et abiotique des niveaux hydrique et trophique divergent. Mais cette divergence ne doit pas être considérée comme un problème car elle est généralement source d'information. Elle représente plutôt une opportunité de mieux cerner la station en activant le sens logique et l'expérience du forestier de terrain.

6.1.2 Clés abiotiques : mode d'emploi

L'utilisation des clés abiotiques repose sur l'observation ou la mesure d'un ensemble de paramètres liés au contexte physique de la station : sol et topographie. Ces paramètres peuvent soit être identifiés sur carte (Carte Numérique des Sols de Wallonie ou carte IGN), ou nécessitent impérativement un diagnostic de terrain (pH, test HCl). Dans tous les cas, même si un paramètre abiotique peut être obtenu par voie cartographique (la texture ou la classe de drainage par exemple), la vérification des informations via un diagnostic de terrain est toujours recommandée.

Clé hydrique

La clé hydrique est **scindée en deux parties** distinctes :

- la première partie consiste en une clé dichotomique, c'est-à-dire une succession de choix alternatifs proposés à l'utilisateur [A1], et qui concernent principalement le **contexte pédologique** de la station, mais également dans certains cas, le **type d'exposition** [A2] ;
- Dans une seconde partie, l'utilisateur se voit proposer deux à trois niveaux hydriques possibles. Il conviendra de trancher en fonction des niveaux d'**apports d'eau latéraux**, en lien avec la **position topographique** de la station [B].



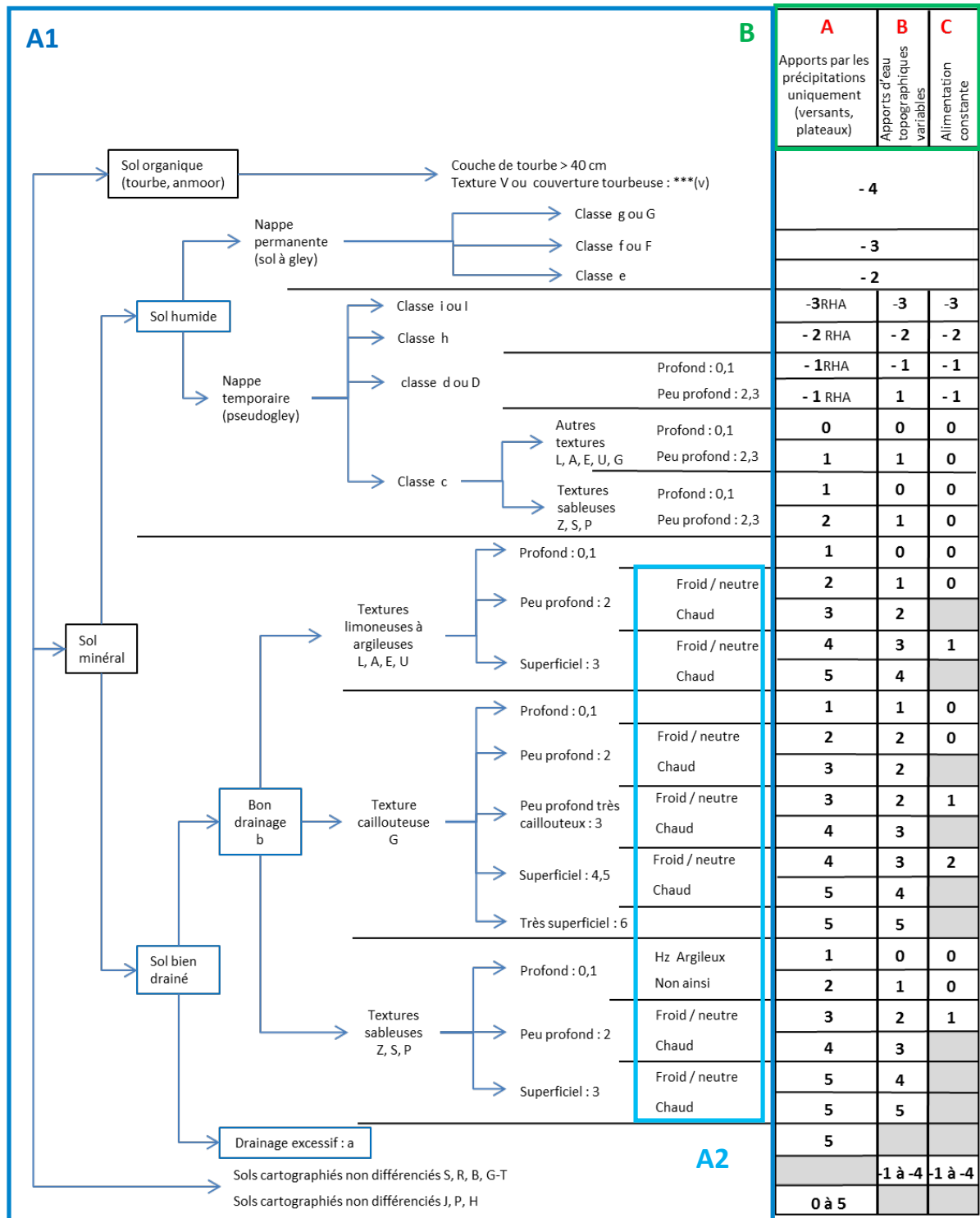


Figure 10 : Clé abiotique pour la détermination du niveau hydrique de la station

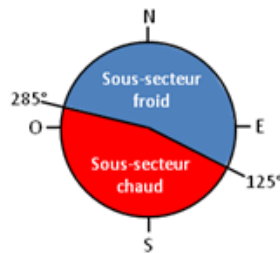


[A] Paramètres pédologiques et exposition

Les paramètres pédologiques concernent : La nature du sol (sol organique ou minéral), le type de texture, la classe de drainage et la phase de profondeur (paramètre combinant la profondeur du sol et son niveau de pierrosité). Ils peuvent être déduits de la Carte Numérique des Sols de Wallonie (CNSW), ou observés par sondage.

L'exposition peut être déduite d'une carte IGN ou observée sur le terrain. Par convention :

- pour une inclinaison de pente inférieure à 12° (20 %), l'exposition est considérée « neutre » (plateau, large vallée, plaine) ;
- au-delà de ce seuil, on parlera de versant « chaud » lorsqu'il est exposé au soleil (orientations comprises entre 125° et 285°), et de versant « froid » lorsqu'il est plutôt ombragé (285° à 125°) ;
- le fond d'une vallée encaissée quant à lui est considéré comme froid, car il est souvent sujet aux accumulations d'air froid (gelées tardives) ou de brouillard (hygrométrie), et souffre d'un déficit de lumière.



[B] Position topographique et apport d'eau latéraux

En fonction de leur position topographique dans le paysage, les stations sont plus ou moins bien approvisionnées en eau au cours de l'année. La clé hydrique considère trois niveaux d'apports d'eau qui sont déduits de la position topographique de la station :

- **Classe C : la « zone d'apports d'eau permanents »**, constamment alimentée en eau, qui est liée au réseau hydrographique par sa position de fond de vallée ou en relation avec des zones de sources. Ce sont le plus souvent des sols alluvionnaires (cartographiés comme tels sur la Carte Numérique des Sols de Wallonie : absence de développement de profil, code « p ») ;



- **Classe B : la « zone d’apports d’eau variables »**, située dans des bas de versants, replats, concavités, vallons. Lors des périodes pluvieuses, les sols de ces situations topographiques sont occasionnellement réalimentés en eau par les écoulements provenant du versant (ruissellement, écoulements hypodermiques ,etc.). Ils ont donc un statut hydrique amélioré par rapport aux plateaux et aux versants. Dans certains cas, la Carte Numérique des Sols de Wallonie peut fournir un critère pertinent pour les distinguer : les zones de colluvionnement, identifiées par l’absence de profil (code « p »). Ces zones ne doivent pas être confondues avec les zones d’apport d’eau permanent et ne sont pas liées à des cours d'eau ;
- **Classe C : La zone « sans apports d’eau latéraux », où l’humidité du sol est essentiellement liée aux pluies et à la capacité de rétention et de percolation des sols.** Il s’agit de sols de plateau ou de pente (pleine pente, hauts de versant, convexités) où l’eau s’évacue rapidement en suivant le relief). Dans ce cas, la situation se rétablit généralement en cours de saison de végétation par la consommation d'eau par la végétation. On qualifie de "sols à régime hydrique alternatif" (RHA) ces sols engorgés pendant une partie de l'année. En Wallonie, on identifie 4 principaux contextes pédologiques qui donnent lieu à des RHA (encart).

En pratique, dans les grands versants, il n'est pas aisé de distinguer les situations topographiques d'apport d'eau (B) de celles sans apport situées en pleine pente (A). Cela fait appel à la capacité de l'opérateur de terrain à interpréter la position topographique en termes d'apport d'eau.

Clé trophique

La clé trophique consiste en **une clé dichotomique** basée sur le **contexte pédologique et géologique** de la station en s’appuyant sur des paramètres repris dans le Tableau 12.

Tableau 1 : Paramètres abiotiques utilisés dans la clé trophique

Paramètres	Source
Nature de la charge caillouteuse	Carte Numérique des Sols de Wallonie ou sondage
Nature du substrat	Carte Numérique des Sols de Wallonie ou sondage, carte géologique ou études géologiques ou lithologiques régionales
Développement de profil	Carte Numérique des Sols de Wallonie ou sondage de vérification
pH (eau)	Mesure au pH-mètre
Présence de carbonates	Test de l’effervescence de la terre fine à l’HCl



Des diagnostics complémentaires en laboratoire pourront par ailleurs être recommandés dans le cas particulier des sols très acides (sols oligotrophes à méso-oligotrophes), et pour lesquels la mesure précise du pH eau ou une analyse de fertilité chimique peuvent s'avérer nécessaires.

Dans certains cas, le recours à des analyses plus approfondies ou à la flore indicatrice peut également s'avérer utile. Par exemple, lorsqu'à une profondeur de plus de 120 cm (non pris en compte par la Carte Numérique des Sols de Wallonie), un substrat favorable (roches carbonatées) est soupçonné d'influencer le comportement des essences à enracinement profond, du moins au stade adulte. Il est conseillé de prendre contact avec un service spécialisé pour résoudre ces problèmes complexes.

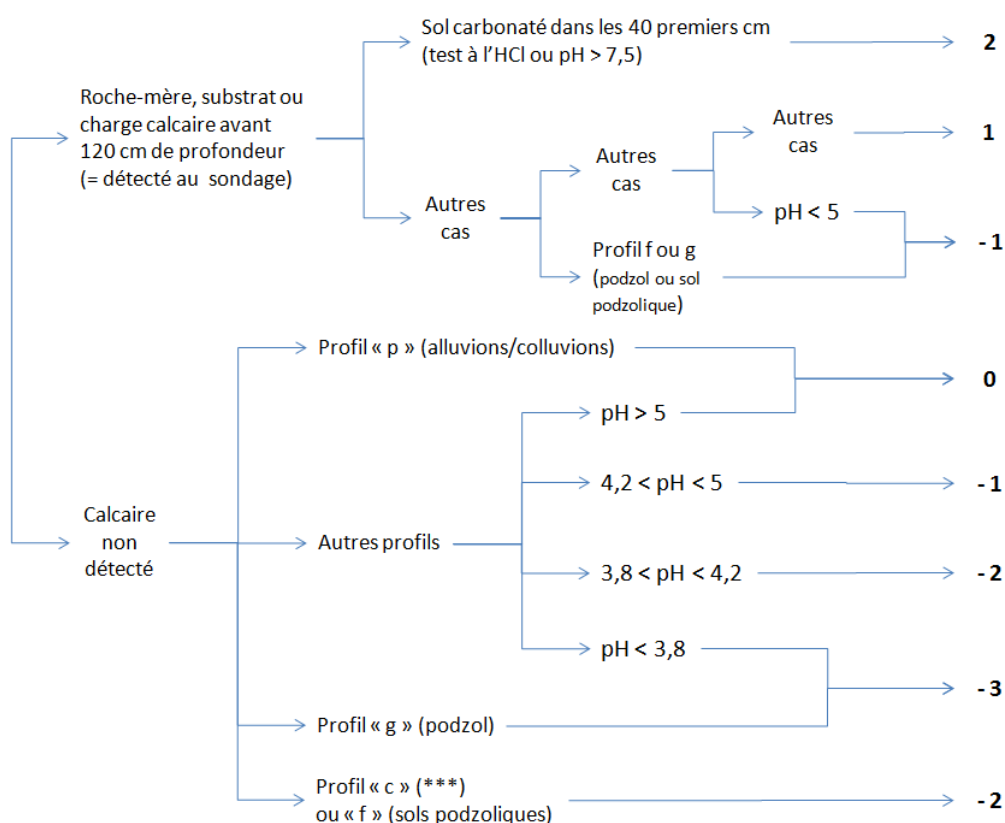


Figure 11 : Clé abiotique pour la détermination du niveau trophique de la station



6.2 Méthodes de diagnostic de terrain

Cette section regroupe l'ensemble des diagnostics de terrain nécessaires à l'estimation des niveaux hydriques et trophiques, ou utiles pour préciser l'intensité de certaines contraintes édaphiques. Ils complètent ainsi l'information tirée des cartes pédologiques et topographiques.

Tableau 1 : Contraintes édaphiques, éléments de diagnostic issus de la carte des sols et diagnostics de terrain

Nature de la contrainte	Élément de diagnostic issu de la carte numérique des sols de Wallonie	Diagnostics de terrain
Compacité	Nature du matériau parental (texture) Développement de profil Nature du substrat Variante de développement de profil	Test de compacité
Contraintes chimiques : acidité, présence de carbonates	Développement de profil Nature de la charge Nature du substrat	Mesure du pH H ₂ O Test HCl Test de texture
Contraintes hydriques : engorgement, régime hydrique alternatif, déficit hydrique	Nature du matériau parental Drainage Développement de profil Phase de profondeur	Test de compacité Test de texture Analyse de la pierrosité sur fosse [#]

[#] La méthode à mettre en œuvre pour décrire la pierrosité et interpréter ses incidences écologiques n'est pas reprise dans le présent document. Le lecteur intéressé consultera utilement Baize et Jabiol (2011).

Les diagnostics de terrain proposés sont les suivants :

- 1- Test de texture
- 2- Test de compacité
- 3- Mesure du pH
- 4- Test HCl

Dans les horizons à *texture argileuse*, le test de compacité doit être combiné à un test de structure pour estimer son caractère prospectable par les racines (Encart 2).

Pour les *sols à régime hydrique alternatif*, l'utilisation conjointe du test de texture et du test de compacité permet d'affiner le diagnostic, en particulier l'importance (relative) des contraintes 'hypoxie' et 'déficit hydrique estival' (Encart 3).



6.2.1 Test de texture

Objectif

Le test vise à estimer globalement la composition granulométrique d'un échantillon de sol, c'est-à-dire la proportion des trois classes texturales — argiles, limons, sables, grâce à des sensations tactiles (pétrissage entre les doigts) et des tests simples (boudin, anneau). Ceci permet d'identifier la classe qui correspond le mieux à l'échantillon. La connaissance de la classe texturale est indispensable pour diagnostiquer le régime hydrique des sols, pour appréhender les risques de compaction et pour affiner le diagnostic de la fertilité chimique. Enfin, l'évaluation conjointe de la texture et de la compacité permet d'affiner le diagnostic des contraintes d'alimentation en eau dans les sols à régime hydrique alternatif (Encart 3).

Mode opératoire

Prélèvement des échantillons

L'évaluation de la texture peut être effectuée sur des carottes de sol prélevées à l'aide d'une tarière pédologique en plusieurs points répartis dans la parcelle, après enlèvement des couches holorganiques. En chaque point, les carottes sont prélevées à différentes profondeurs pour appréhender l'évolution possible de la texture, et notamment les changements abrupts. Les échantillons peuvent aussi être obtenus à partir de mini-fosses.

Réalisation des tests

Les tests sont réalisés sur des petits échantillons (quelques grammes) débarrassés des éléments grossiers (>2 mm), et à une teneur en eau de référence (selon les cas, échantillons à l'état sec ou à l'état frais — c'est-à-dire ni trop secs, ni saturés en eau). Il est dès lors souvent nécessaire d'ajuster l'humidité de l'échantillon par ajout d'eau (ou salive), par malaxage entre les doigts (élimination de l'excès d'eau) ou en le laissant sécher quelques heures.

- Test du boudin : réaliser un boudin d'environ 1-2 cm de diamètre par malaxage entre les paumes
- Test de l'anneau : lorsque le boudin (7-10 cm de long) a pu être réalisé, il s'agit de tester s'il est possible de joindre ses extrémités sans qu'il ne casse.

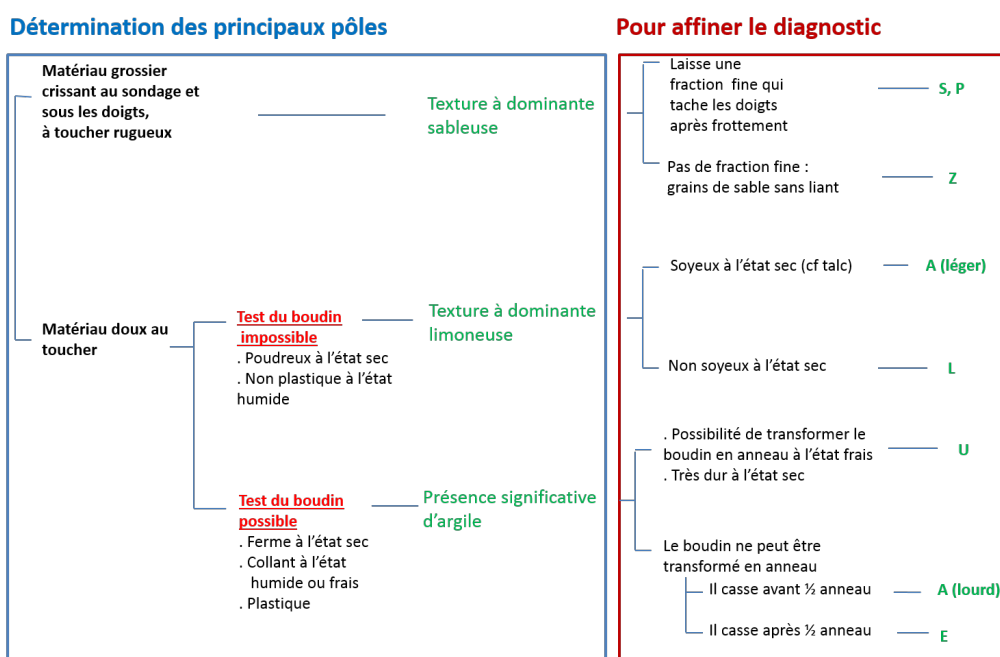
Interprétation

L'interprétation des propriétés du matériau s'appuie sur l'examen d'une clé de détermination des classes de texture de la Carte des sols de la Belgique (Organigramme 1). Le résultat doit être considéré avec prudence car certains critères sont subjectifs et peuvent être influencés par la présence de cailloux, l'humidité de l'échantillon et l'expérience de l'utilisateur. En cas de doute, il est conseillé de considérer plusieurs options.



Si l'objectif est de comparer ou de préciser (dans le cas de la texture G) la texture observée par rapport à celle reprise sur la Carte Numérique des Sols de Wallonie, il convient de considérer la moyenne sur les 50 premiers centimètres de sol. Par ailleurs, le patron d'évolution de la texture avec la profondeur permet de préciser le diagnostic des contraintes hydriques, trophiques et physiques.

Organigramme 1. Estimation de la texture (adapté d'après Delaunoy, 2006 ; FAO, 2006 ; Baize et Jabiol, 2011)



6.2.2 Test de compacité

Objectif

Tout comme la macroporosité et l'aération, la compacité d'un sol est une propriété physique qui conditionne fortement l'enracinement des arbres. Elle correspond en effet à la résistance mécanique à la pénétration des racines, et peut être mesurée à l'aide du test au couteau décrit ci-dessous. Contrairement à une idée largement répandue, le degré de compacité d'un horizon ou d'un sol ne peut être déduit directement de sa texture (Encart 1). L'évaluation conjointe de la texture et de la compacité permet d'affiner le diagnostic des contraintes d'alimentation en eau dans le cas des sols à régime hydrique alternatif (Encart 3).

Encart 1 : Compacité et texture

Dans les matériaux dominés par les sables, la compacité dépend de la granulométrie du sable, c'est-à-dire de la taille des éléments constitutifs. Si les sables grossiers sont peu compacts en raison de leur macroporosité, certains sables fins en mélange ou non à de



l'argile, peuvent s'avérer très compacts, particulièrement en milieux acides.

Dans les matériaux limoneux, la forte compacité est le plus souvent associée à une faible porosité. En particulier, les sols limoneux appauvris en argile sous l'effet du lessivage sont particulièrement sensibles au tassement d'origine humaine (tassement superficiel) et acquièrent alors une structure massive. En profondeur, la forte compacité de certains horizons limono-argileux peut s'expliquer par le gel du sol lors des glaciations quaternaires, donnant lieu à des 'fragipans'.

Dans les horizons argileux, la compacité est souvent élevée.

Quelle que soit la texture, la présence d'une nappe d'eau entraîne souvent une forte déstructuration en contexte acide suite à la mobilisation du fer.

Diagnostic de compacité

La réalisation du test implique l'ouverture d'une mini-fosse à l'aide d'une bêche sur une profondeur de 50 cm et sur une largeur d'environ deux fers de bêche.

Un couteau (lame de 10 cm de long sur 1 à 2 cm de large) est alors enfoncé horizontalement dans les parois de la mini-fosse à différents niveaux (du haut vers le bas), sous un effort constant (pas d'à coups). Comme la compacité dépend de la teneur en eau du sol, il est conseillé de réaliser le test sur un sol frais, non engorgé.

Ce test est à effectuer en priorité dans les horizons profonds (≥ 25 cm) compte-tenu des processus qui, en surface, contribuent à la structuration. Dans certains cas, et en particulier dans les sols limoneux où le tassement peut être très superficiel, il est nécessaire de le réaliser également dans les 25 premiers cm du sol. La compacité à plus de 50 cm de profondeur peut, en l'absence d'éléments grossiers, être estimée par la résistance à la pénétration d'une barre métallique ou d'une tarière.

Interprétation

Selon les effets ressentis, la compacité est estimée selon les quatre niveaux suivants :

Compacité	Effets ressentis
faible	enfoncement de la lame très aisé, pratiquement aucune résistance ressentie
moyenne	enfoncement de la lame nécessitant un léger effort
forte	enfoncement de la lame nécessitant un effort important et soutenu
très forte	enfoncement de la lame entière impossible

Si la compacité limite très fortement l'enracinement en sols sableux et limoneux, un bon développement de la structure peut contrecarrer ses effets négatifs dans les sols argileux ; dans ce dernier cas, le test de compacité doit être complété par une évaluation de la structure (Encart 2)



Encart 2 : Evaluation de la structure en complément au diagnostic de compacité pour estimer la prospection racinaire dans les sols argileux

Dans les sols argileux, la compacité est souvent élevée mais peut être compensée, sur le plan de la prospection racinaire, par une structure bien développée, pour autant que cette dernière soit stable (abondance de matière organique et pauvreté en argiles gonflantes du groupe des smectites).

Un sol argileux faiblement structuré (= structure massive) ne se désagrège pas : on peut en extraire des blocs lorsque le sol est humide, mais c'est pratiquement impossible sans engins de chantier à l'état sec. Un sol argileux à structure bien développée présente une porosité bien visible et se désagrège assez facilement en polyèdres de faible taille (quelques millimètres à quelques centimètres) à l'état sec ou frais.

Encart 3 : Appui au diagnostic des contraintes hydriques en sols à régime hydrique alternatif par le test de texture et le test de compacité

Le diagnostic proposé concerne les sols à drainage h ou i situés en position topographique de plateaux ou en zone d'apport d'eau non permanent. Ces sols montrent généralement des traces d'oxydo-réduction à moins de 50 cm de profondeur en textures non sableuses ou à moins de 40 cm pour les textures sableuses, traduisant une remontée de la nappe à proximité de la surface.

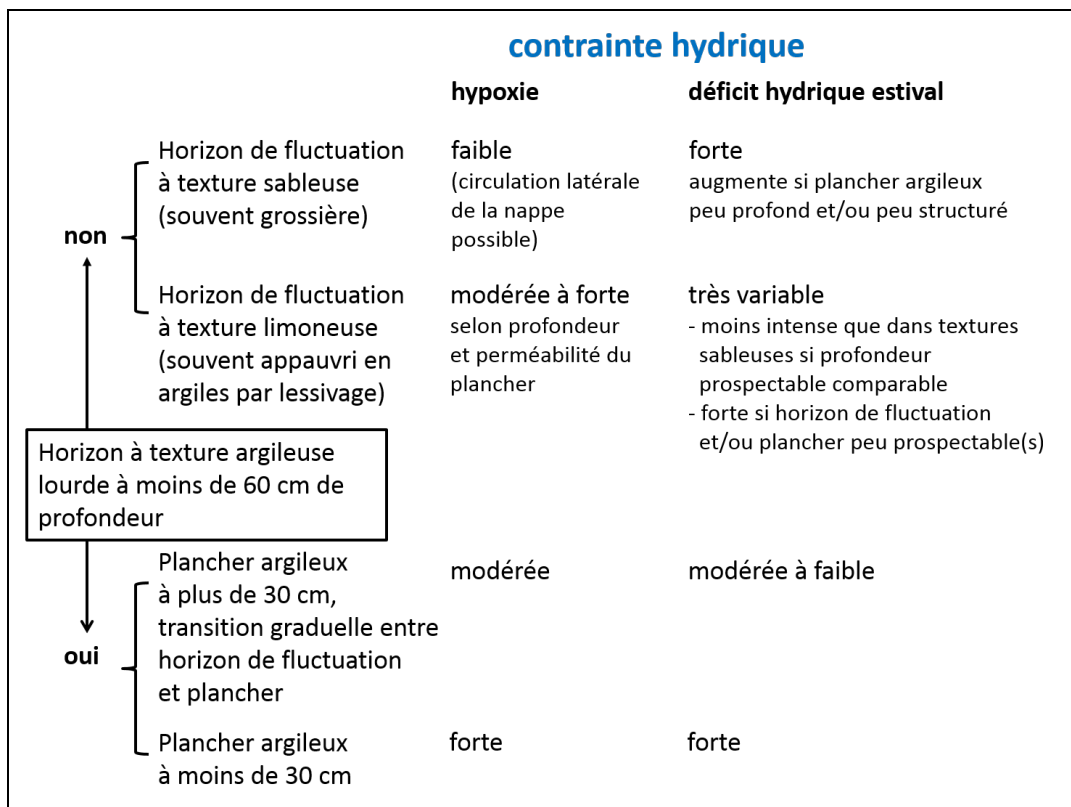
Comme leur nom l'indique, les sols à régime hydrique alternatif sont caractérisés par la succession d'une contrainte 'hypoxie' (déficit d'oxygène) et d'une contrainte 'déficit hydrique estival', liée au battement d'une nappe perchée, qui se forme suite à la présence d'un horizon relativement imperméable (plancher) situé à une profondeur inférieure à 60 cm.

L'intensité (relative) de ces deux contraintes dépend étroitement (i) de la texture de l'horizon de fluctuation de la nappe et du plancher, (ii) de la profondeur d'apparition du plancher et (iii) du caractère prospectable des deux horizons. Elle peut être appréhendée en s'appuyant sur l'organigramme 2.

En plus des facteurs propres au sol, la position topographique, le climat et la présence éventuelle d'une nappe phréatique affectent le bilan des apports et sorties en eau.

Organigramme 2. Diagnostic des contraintes hydriques dans les sols à régime hydrique alternatif (adapté d'après Jabiol et al., 2009)





6.2.3 Mesure du pH

Objectif

Le diagnostic consiste à mesurer le degré d'acidité ou d'alcalinité (basicité) de l'eau en contact avec le sol — pH eau. Par ses interactions avec de nombreux processus chimiques et biologiques, le pH conditionne et reflète la disponibilité des éléments dans le sol. A ce titre, il constitue un indicateur utile, en combinaison avec d'autres, pour appréhender la fertilité chimique des sols.

Compte-tenu des seuils de pH retenus au niveau de la clé trophique, la mesure du pH pour la détermination des niveaux trophiques doit s'effectuer impérativement à l'aide d'un pH-mètre sur la couche 0-20 cm, selon la procédure décrite ci-dessous. Dans le cas où l'utilisateur souhaite simplement obtenir une estimation rapide du pH, il peut s'appuyer sur l'indicateur de pH Hellige (Encart 4).

Mode opératoire

Prélèvement des échantillons

La détermination du pH s'effectue sur des carottes de sol prélevées dans la couche 0-20 cm à l'aide d'une tarière pédologique (ou d'une bêche) en un minimum de 5 points répartis dans la parcelle, après enlèvement des couches hologaniques.



A moins que d'autres critères laissent supposer l'existence d'une structuration spatiale du pH dans la parcelle sous la forme de gradients ou de plages, les mesures de pH décrites ci-dessous s'effectuent sur un échantillon composite. Celui-ci est obtenu en mélangeant l'ensemble des prélèvements dans un seau et en isolant une fraction de laquelle on enlève les racines, feuilles et les cailloux « dans la mesure du possible ».

Dans les sols dont le pH eau est inférieur à 4,2 dans la couche 0-20 cm, il est recommandé d'effectuer également des mesures en profondeur (max. 100 cm) pour détecter une éventuelle augmentation révélant la présence d'un substrat minéralogiquement plus riche. Dans ce cas, un échantillon composite est constitué pour chaque couche de sol prélevée.

Mesure du pH eau

La détermination du pH eau peut se faire sur le terrain ou en laboratoire. Elle implique les étapes suivantes :

- Préparation d'une suspension sol : eau
Une suspension sol : eau est réalisée en introduisant dans un flacon en polyéthylène préalablement étiqueté 1 volume de sol pour 5 volumes d'eau déminéralisée. Après fermeture, le flacon est mélangé énergiquement afin de disloquer les agrégats. Ensuite, il subit 3 cycles « repos-agitation » : repos de 20 minutes et agitation énergique durant 30 secondes.
- Etalonnage et préparation du pH-mètre
Avant toute série de mesures, le pH-mètre est calibré à l'aide de deux solutions tampons (pH 4 et pH 7), selon les instructions du constructeur. Le cas échéant, la solution interne de l'électrode est mise à niveau.
- Prise du pH
La mesure de pH peut être effectuée en immergeant l'électrode dans le surnageant juste après agitation de la suspension. Alternativement, la mesure de pH peut être faite en plongeant l'électrode dans une suspension sous agitation ; dans ce dernier cas, l'agitation doit être suffisamment vigoureuse pour obtenir une suspension homogène tout en limitant le mélange avec l'air. La lecture du pH se fait après stabilisation de la valeur.
- Nettoyage et conservation de l'électrode
Entre chaque mesure, l'électrode est rincée avec de l'eau déminéralisée. Après une série de mesures, l'électrode est conservée selon les recommandations du fabricant.



Domaines de pH et interprétation

La valeur du pH eau dans la couche 0-20 cm est utilisée pour déterminer le niveau trophique à l'aide de la clé trophique, en référence aux cinq domaines physico-chimiques suivants :

pH eau	Domaine (Référentiel pédologique, 2008)
< 3,8	hyperacide
[3,8 à 4,2[très acide
[4,2 à 5,0[acide
[5 à 7,5[peu acide ([5 – 6,5[) à neutre ([6,5-7,5[)
>7,5	basique ([7,5-8,7[) à très basique ($\geq 8,7$)

Par ailleurs, le diagnostic des contraintes liées à l'acidité ou à la présence de carbonates peut être affiné par les mesures ou observations suivantes :

- Si le pH en surface est supérieur ou égal à 7,5, un test HCl est recommandé pour préciser l'abondance et la localisation des carbonates (voir section 4).
- Si le pH en surface est compris entre 5 et 7,5, il peut être utile de déterminer le pH et de réaliser le test HCl dans la couche sous-jacente (20-40 cm), afin d'y détecter la présence éventuelle de carbonates (voir section 4).
- Si l'utilisation de la clé conduit à diagnostiquer un niveau trophique de +2 ou +3, une mesure du pH en profondeur (max 100 cm) est recommandée. Si la mesure du pH en profondeur est supérieure à 4,2 (dans le cas du niveau trophique +3) ou à 5,0 (dans le cas du niveau trophique +2), la contrainte trophique identifiée sur base de la clé peut, en première approche, être allégée d'une unité. L'interprétation peut ensuite être affinée en procédant à une analyse des teneurs en éléments échangeables.



Encart 4 : Estimation rapide du pH par l'indicateur de pH Hellige

Précaution

Cette méthode d'estimation rapide ne permet pas de distinguer certains niveaux trophiques. Le recours à une électrode est alors nécessaire.

Principe

Le pH est estimé en comparant la couleur du réactif avec une échelle de référence située sur le récipient en plastique blanc.

Méthode de mesure

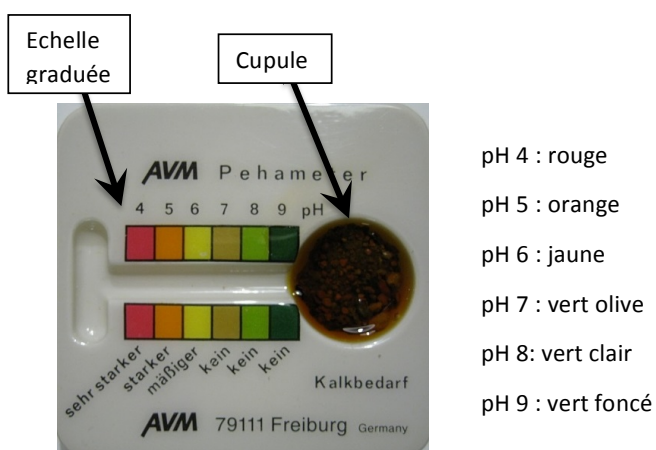
Kit complet : un récipient avec échelle graduée, une spatule, un flacon de réactif, du papier absorbant.

1. Prélever quelques grammes de terre à l'aide de la spatule et les placer dans la partie circulaire du récipient gradué. Veiller à ne pas toucher la terre avec les doigts, ce qui pourrait influencer le résultat du test !
2. Ajouter quelques gouttes de réactif, jusqu'à ce qu'il recouvre la terre. Mélanger et attendre 2-3 minutes.
3. Faire couler le liquide le long de l'échelle colorée.
4. Estimer le pH en comparant les couleurs du réactif et de l'échelle.

Attention, il faut, autant que possible, veiller à laisser décanter la terre dans la cupule afin de ne pas fausser la mesure (particules en suspension dans le liquide).

5. Vider le tout, bien rincer à l'eau et essuyer avec le papier absorbant.

L'interprétation de la mesure du pH peut s'avérer délicate, notamment dans la distinction des sols acides (niveaux trophiques 1, 2 ou 3) ou calcaires (niveaux trophiques -1 et -2). La prise en compte du contexte de la station - nature de la roche mère, position topographique et exposition et le relevé de la flore indicatrice - constitue un élément très utile pour affiner le diagnostic.



6.2.4 Test HCl

Objectifs et principes

Le test HCl vise à apporter les informations suivantes :

- Préciser la nature, carbonatée ou non, des *éléments grossiers*. En principe, cette information est déjà fournie par la carte des sols ;
- Déterminer la présence ou l'absence de carbonates *dans la terre fine* ;
- En présence de carbonates, préciser leur localisation et estimer leur abondance.

L'effervescence s'explique par la dissolution du carbonate de calcium (CaCO_3) par l'acide chlorhydrique (HCl) à froid, qui s'accompagne d'un dégagement de CO_2 . Le dégagement de CO_2 forme de grosses bulles très visibles et très audibles.

Mode opératoire

Préparation de l'acide chlorhydrique dilué

- Partir d'une formulation commerciale d'acide chlorhydrique concentrée entre 32 et 37%. Ajouter très précautionneusement 100 ml (ou 200 ml) d'acide à 900 ml (ou 800 ml) d'eau distillée de façon à obtenir une dilution de 1/10 (ou 1/5). Attention : pour des raisons de sécurité, il est essentiel d'ajouter l'acide concentré dans l'eau, et non l'inverse ! ;
- Verser ensuite l'acide dilué dans un récipient hermétique en plastique et capable de délivrer l'acide au goutte à goutte. L'acide dilué ne pose pas de réel danger pour la peau ; il est cependant recommandé de se rincer les mains après utilisation. Il peut aussi trouer les vêtements.

Conduite du test

L'acide dilué est versé goutte-à-goutte sur un agrégat issu d'un prélèvement à la tarière ou d'une mini-fosse. Il peut également être versé sur un élément grossier afin d'en déterminer la nature.

Interprétation

Pratiqué sur la terre fine, le test permet de préciser la localisation et l'intensité de l'effervescence. Une effervescence *généralisée* concerne toutes les parties de l'horizon (cas de tests réalisés sur mini-fosse) et toutes les fractions granulométriques visibles à l'œil. A l'inverse, on parle d'effervescence *localisée* lorsque celle-ci se limite à certains volumes ou constituants.

L'intensité de l'effervescence traduit à la fois l'abondance du CaCO_3 et l'importance des surfaces de contact ; elle dépend aussi de la teneur en eau de l'agrégat. On la subdivise généralement selon 5 classes : aucune effervescence, effervescence faible, effervescence moyenne, effervescence forte et très forte.



La présence de carbonates dans la terre fine au niveau des horizons superficiels du sol constitue une contrainte majeure pour les espèces dites ‘calcarifuges’. L’intensité de cette contrainte est d’autant plus importante que la carbonatation de la terre fine débute en surface et que l’effervescence se localise dans les fractions les plus fines (limons fins et argiles). Cette contrainte s’explique par des déséquilibres nutritionnels et carences induites par la présence des carbonates. Une bonne alimentation en eau, liée par exemple à une position topographique de bas de versant, peut limiter les effets négatifs sur la nutrition azotée. Par ailleurs, la contrainte déficit hydrique peut se surimposer à la précédente si la prospection racinaire est limitée en profondeur.

Inversement, la présence de carbonates en profondeur peut compenser une acidité superficielle.

Il est important de ne pas confondre carbonates et calcaire actif ; ce dernier représente en effet la mesure de la concentration en calcaire dans la terre fine par une méthode chimique (méthode Drouineau-Gallet).

6.2.5 Glossaire pédologique

(Bastien et Gauberville, 2011 – Légende de la Carte Numérique des Sols de Wallonie 2007 – Baize et Jabiol, 2011)

Acidocline ou acidicline	Qualifie une espèce ou une végétation qui présente une préférence pour les sols faiblement acides.
Acidophile ou acidiphile	Qualifie une espèce ou une végétation qui présente une nette préférence pour les sols acides.
Calcaire (adjectif)	Qualifie un sédiment ou un horizon qui contient du (ou est constitué essentiellement de) CaCO ₃ . Qualifie également un solum dont les horizons supérieurs contiennent du (ou sont constitués essentiellement de) CaCO ₃ . Exemples : un horizon calcaire; des graviers calcaires. Traduction en anglais : calcareous. Remarque : « mull carbonaté » = mull calcaire.
Calcaire (substantif)	Roche sédimentaire carbonatée contenant au moins 50 % de CaCO ₃ . Exemples : un calcaire marneux; un calcaire biodétritique. Traduction en anglais : limestone.
Calcaire actif	Fraction du calcaire d’un sol mise en évidence par une méthode d’analyse spécifique (méthode Drouineau-Gallet). Elle correspond à des particules principalement présentes dans les fractions limoneuses, facilement dissoutes et donc très « réactives » et susceptibles d’exercer une action sur le métabolisme des végétaux calcarifuges.
Calcaire total	Quantité totale de calcaire contenue dans la terre fine d’un horizon. Sa seule connaissance ne suffit pas en général à apprécier les contraintes d’un sol pour les arbres vis-à-vis du calcaire car les fractions les plus grossières (sables grossiers) restent peu réactives, d’où la notion de calcaire actif.
Calcaricole	Qualifie une espèce végétale tolérant le calcaire dans la terre fine (utiliser de préférence le terme « calcarotolérante »).
Calcarifuge	Qualifie une espèce végétale ne tolérant pas la présence de calcaire, principalement celui présent dans les fractions les plus fines.
Calcicole	Qualifie une espèce végétale tolérant (ou exigeant) l’abondance des ions calcium dans la terre fine.
Calcifuge	Terme souvent utilisé à tort à la place de calcarifuge. Qualifie une espèce végétale ne tolérant pas les ions calcium abondants.
Calcium	Élément simple (Ca, masse molaire 40) entrant dans la composition de plusieurs minéraux des roches : feldspaths, minéraux argileux, carbonates, apatite, etc.
Carbonate	Minéral caractérisé par l’ion CO ₃ ²⁻ . Ces minéraux sont nombreux (MgCO ₃ , FeCO ₃ , MnCO ₃ ,



	etc.), mais les carbonates de calcium CaCO_3 (calcite ou aragonite) et les carbonates doubles $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (dolomite) représentent l'immense majorité des carbonates des roches et des sols. D'où l'utilisation très fréquente des termes « carbonates » ou « carbonaté » pour ces deux seuls carbonates.
Carbonaté	Qui contient de la calcite ou de la dolomite dans la terre fine (plus de 5 %). Effervescence généralisée avec HCl à froid ou à chaud. Dans le langage courant, « carbonaté » est souvent employé comme synonyme de « calcaire ».
Compacité	Résistance d'un horizon à la pénétration. La compacité a des conséquences importantes sur la prospection racinaire : un horizon meuble est facilement prospectable. Elle est très dépendante de l'humidité.
Déficit hydrique	On parle de déficit hydrique lorsque l'approvisionnement en eau exploitable par les racines devient limitant pour le fonctionnement hydrique et / ou carboné de l'essence.
Drainage naturel	L'état de drainage naturel ou capacité de ressuyage spontané d'un sol dépend de sa perméabilité voire des différences de perméabilité en son sein (entre horizons) ou avec le substrat, des conditions topographiques, de la profondeur et des fluctuations de la nappe phréatique. C'est l'interaction entre ces différentes caractéristiques qui détermine les classes de drainage naturel que l'on peut évaluer par l'état de gleyfication ou de réduction et par la profondeur à partir de laquelle ces phénomènes apparaissent.
Éléments grossiers	Les éléments grossiers sont constitués de graviers (0,2 à 2 cm), cailloux (2 à 7,5 cm), pierres et grosses pierres (7,5 à 25 cm) et blocs (>25 cm). Dans les documents explicatifs de la légende de la carte des sols de la Belgique de l'IRSIA, l'expression « charge caillouteuse » a été employée. Toutefois, dans ce document, « éléments grossiers », plus large, a été retenue. Conventionnellement, la légende de la Carte Numérique des Sols de Wallonie distingue entre : (i) sols peu caillouteux (charge comprise entre 5-15 %) ; (ii) caillouteux (charge entre 15-50 %) ; (iii) très caillouteux (charge >50 %).
Engorgement	Etat d'un sol dont la porosité totale est occupée par l'eau, suite à la remontée près de la surface d'une nappe phréatique ou à un mauvais drainage interne des eaux de pluie. Il n'y a presque plus d'air dans la porosité du sol engorgé et l'oxygène restant est consommé rapidement. Selon la capacité de drainage du sol, l'engorgement est permanent ou temporaire.
Fragipan	Horizon de profondeur de 15 à 200 cm d'épaisseur, de texture moyenne, pauvre en matière organique, à densité apparente élevée, très compact à l'état sec et présentant un réseau polygonal de langues verticales (glosses) ; sa genèse semble être liée aux glaciations quaternaires (légende de la Carte Numérique des Sols de Wallonie). Etant donné l'absence de macroporosité, les fragipans sont très difficilement prospectables par les racines, excepté dans les glosses, et ils peuvent se comporter comme des planchers imperméables provoquant des engorgements temporaires du haut des glosses et de la base de l'horizon E (horizon d'éluviation, marqué par l'entraînement vertical, oblique ou latéral de constituants) sus-jacent.
Gleyfication	Processus pédogénétique caractérisé par une réduction du Fer suite à un engorgement prolongé.
Horizon	Couche d'un sol plus ou moins parallèle à la surface, présentant des caractéristiques pédologiques (texture, structure, couleur, etc.) homogènes et différentes de celles des couches inférieures et supérieures.
Horizon holorganique	Horizon contenant essentiellement de la matière organique, situé à la surface du sol et résultant de l'accumulation de débris ou fragments végétaux morts (feuilles, aiguilles, matériaux ligneux divers, plantes herbacées et autres).
Hydromorphie	Ensemble des caractères morphologiques présentés par un horizon ou un sol évoluant ou



	ayant évolué (héritage) en conditions réductrices (souvent dues à un engorgement par l'eau) de façon périodique ou permanente.
Hypoxie	Etat du sol caractérisé par une forte baisse du taux d'oxygène, préjudiciable à la respiration des racines et donc aux végétaux. L'hypoxie se rencontre temporairement dans les sols à drainage interne faible et en début de phase d'engorgement. La prolongation de l'engorgement conduit à des conditions d'anoxie par suite de la consommation d'oxygène résiduel par l'activité biologique.
Induration (d'un horizon)	Durcissement, par compaction ou par cimentation minérale ou organique, d'un horizon de sol.
Macroporosité	La macroporosité correspond au volume des pores non capillaires du sol, dans lesquels la circulation de l'eau est rapide et qui restent occupés par l'air après ressuyage. La macroporosité favorise le drainage interne et la lixiviation. Elle correspond très approximativement aux pores d'un diamètre supérieur à 8-10 µm. Elle est pour la plupart accessible aux poils absorbants ou aux racines.
Matériau parental	Par matériau parental, on entend tout matériau meuble de surface issu de l'altération d'une roche en place (autochtonie), qu'elle soit cohérente ou meuble, ou d'un dépôt (allochtonie), qui a évolué et continue d'évoluer sous l'influence des agents pédogénétiques, en ce compris les actions anthropiques, pour former le sol actuel.
Oxydo-réduction	Réaction chimique consistant en un échange d'électrons entre une espèce chimique qui capte les électrons (« oxydant ») et une autre qui les cède (« réducteur »). Dans les sols, ces réactions sont principalement régulées par la teneur en oxygène. En milieu engorgé, certains éléments comme le Fer et le Manganèse se réduisent et deviennent mobiles ; une réoxygénation du sol peut engendrer leur réoxydation et leur immobilisation.
Porosité	Volume des vides (pores) présents dans un volume donné d'un horizon non perturbé. La porosité totale est la somme de la microporosité (ou porosité capillaire) et de la macroporosité pour un état d'humidité donné. Elle est essentielle au bon fonctionnement du sol (échanges gazeux, minéralisation, infiltration, etc.) et au bon enracinement des arbres.
Roche carbonatée	Roche constituée pour 50 % au moins de carbonates (notamment les calcaires et les dolomies).
Roche mère	Roche cohérente ou meuble à partir de laquelle s'est formé le sol, directement ou par l'intermédiaire d'une altérite (produit d'altération d'une roche cohérente). Le terme « matériau parental » est préférable car plus universel.
Stabilité structurale du sol	Degré de résistance des agrégats du sol à leur destruction par des agents extérieurs (pluie, tassement, ...).
Structure du sol	Arrangement des particules minérales du sol en agrégats sous l'effet de liaisons par des colloïdes divers. La structure d'un horizon a des conséquences majeures sur l'importance et la taille de sa macroporosité et donc sur les possibilités de développement racinaire et de drainage interne.
Substrat	Roche sous-jacente au matériau parental. Au sens de la légende de la Carte Numérique des Sols de Wallonie, il s'agit d'un substrat « aberrant » (de nature différente de celle du matériau parental superposé, allochtone).
Terre fine	La terre fine désigne la fraction d'un sol passé à travers les mailles d'un tamis de 2 mm. Ce terme s'oppose à la fraction grossière d'un sol.
Texture	Caractéristique de la terre fine d'un horizon, correspondant à un ensemble de propriétés déterminées tactilement en pétrissant un échantillon frais. Ces propriétés sont liées à la



	composition granulométrique de l'échantillon, qu'elles permettent d'approcher ; elles font appel à des sensations de plasticité, de résistance à l'écrasement, de rugosité, de caractère plus ou moins collant...etc. Le diagnostic textural permet d'attribuer à un échantillon le nom d'une « classe texturale » prédéfinie par un triangle des textures. La texture est un caractère fondamental à préciser lors d'une description de sol. Elle a des conséquences sur le réservoir en eau, la capacité d'échange et la stabilité structurale.
--	---

6.2.6 Références des diagnostics de terrain

Baize, D., Jabiol, B. 2011. Guide pour la description des sols. Quae, Versailles, France, 429 p.

Bastien, Y., Gauberville, C. (coords.). 2011. Vocabulaire forestier. Ecologie, gestion et conservation des espaces boisés. IDF, Paris, France, 554 p. + annexes

Delaunoy, 2006. Guide simplifié pour la description des sols. Chambre d'agriculture du Tarn, 37 p.

FAO, 2006. Guidelines for soil description. Rome, 109 p.

Jabiol, B., Lévy, G., Bonneau, M., Brêthes, A. 2009. Comprendre les sols pour mieux gérer les forêts. Contraintes et fragilités des sols, choix des essences, précautions sylvicoles, améliorations. AgroParisTech ENGREF, Centre de Nancy, Nancy, France, 624 p.



7 Annexes climatiques

Cette annexe présente, pour chaque zone bioclimatique, les valeurs moyennes annuelle et/ou saisonnière de variables climatiques écologiquement importantes. Ces variables sont : les précipitations, la température moyenne, les températures minimale et maximale absolues et le bilan hydrique climatique estival. Ces variables permettent d'apprécier la disponibilité en eau d'origine climatique mais également les stress potentiels d'un point de vue hydrique et température (gel, canicule).

Source des données

Les données climatiques utilisées ci-dessous proviennent de l'IRM : cent quinze stations wallonnes pour la pluviométrie mensuelle ; quatre-vingt-une stations wallonnes, une station bruxelloise et trois stations limitrophes (Luxembourg, Maastricht et Aix-la-Chapelle) pour les températures journalières minimum et maximum ; douze stations wallonnes pour le rayonnement solaire journalier. La température moyenne journalière a été calculée à partir des températures minimum et maximum. Les données utilisées couvrent une période de 20 ans, de janvier 1986 à décembre 2005 inclus. Cette période, postérieure au réchauffement relativement abrupt qu'a connu la Belgique vers le milieu des années '80, prend donc en compte les modifications du climat.

Définitions

Les données sont intégrées selon deux pas de temps : en valeurs annuelles et en saison de végétation. Dans le Tableau 1, **la longueur de la saison de végétation** est calculée finement. Le début de la saison de végétation est déterminé par le franchissement d'un seuil de degré-jour (fixé à 180 °C-jour, la température de base étant de 5 °C et la somme se faisant à partir du 1er janvier). La fin de la saison de végétation est calculée sur base d'une droite de régression entre la température du mois d'octobre et la date de sénescence pour le hêtre et le chêne. Les valeurs de cet indicateur dépendent donc uniquement de la localisation géographique, indépendamment de l'espèce.

Le stress hydrique (sécheresse et canicule) est un aléa qui sera plus fréquent dans le futur. Le risque de stress hydrique peut être appréhendé pour chaque zone par le **bilan hydrique climatique estival**, qui est la différence entre les précipitations et l'évapotranspiration potentielle, calculée sur la période d'avril à septembre. Une valeur négative indique un déficit hydrique.

Les **températures maximale et minimale absolues** renseignent sur les maxima et minima mesurés sur la période 1986-2005. Les graphes 1 et 2 reprennent, pour les variables concernées, les valeurs du Tableau 1 mais de façon à mettre en évidence des tendances. Les cartes 1 à 5 quant à elles présentent certaines variables du Tableau 1 spatialisées sur la Wallonie.



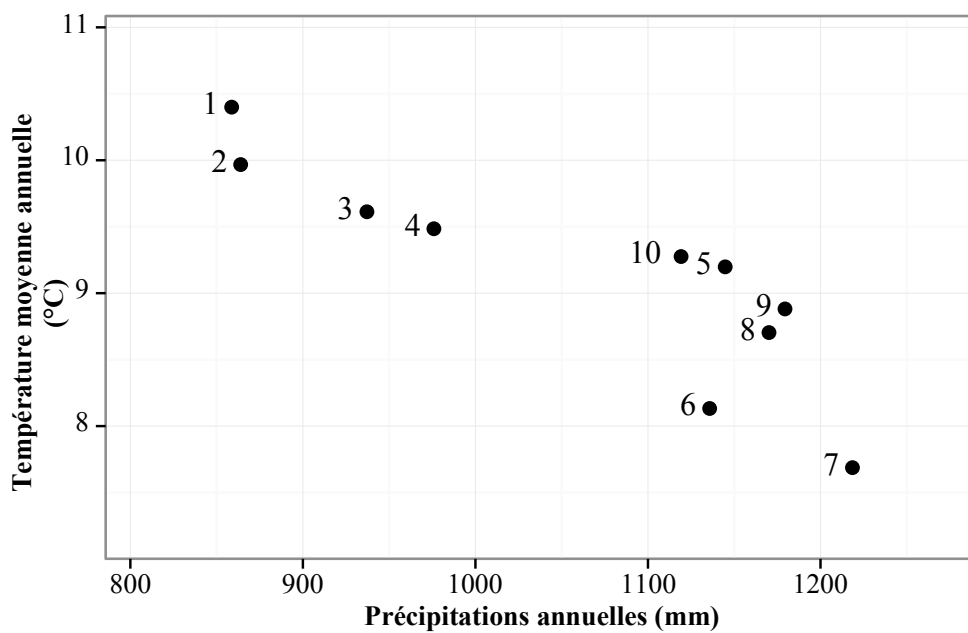
Légende des zones bioclimatiques

1. Plaines et Vallées Scaldiennes
2. Hesbino-brabancon
3. Sambre-et-Meuse et Condroz
4. Fagne, Famenne et Calestienne
5. Thiérache
6. Ardenne centro-orientale
7. Haute Ardenne
8. Basse et moyenne Ardenne
9. Haute Lorraine
10. Basse Lorraine

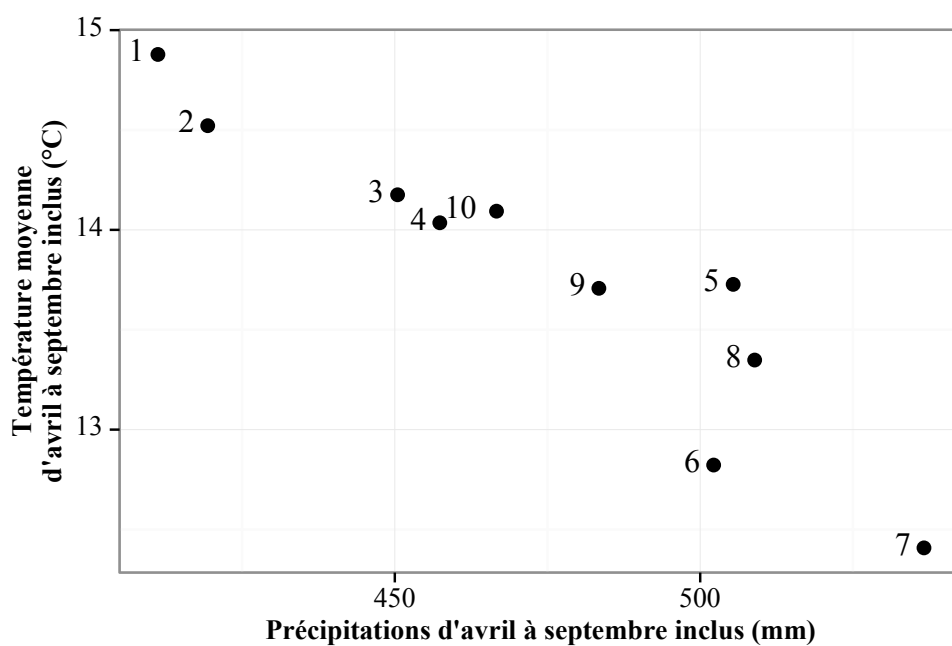




Régions	Longueur de la saison de végétation (jours)		Précipitations annuelles (mm)		Température moyenne annuelle (°C)		Température maximale absolue (°C)		Température minimale absolue (°C)		Température moyenne durant la saison de végétation		Précipitations d'avril à septembre inclus (mm)		Bilan hydrique climatique estival (mm)	
	Moy.	Ecart-t.	Moy.	Ecart-t.	Moy.	Ecart-t.	Moy.	Ecart-t.	Moy.	Ecart-t.	Moy.	Ecart-t.	Moy.	Ecart-t.	Moy.	Ecart-t.
Plaines et Vallées Scaldisiennes	187	2	859	32	10.4	0.2	36.2	0.4	-14.5	0.9	15.0	0.1	411	12	-76.0	12.7
Hesbino-Brabanton	182	2	864	32	10.0	0.1	35.7	0.3	-16.5	0.8	14.9	0.1	419	10	-65.8	11.1
Sambre-et-Meuse et Condroz	177	5	937	56	9.6	0.3	35.8	0.4	-17.8	0.9	14.7	0.2	450	25	-33.2	24.5
Fagne, Famenne et Calestienne	174	3	976	50	9.5	0.2	36.2	0.3	-18.3	0.5	14.6	0.1	457	16	-25.2	18.0
Thiérache	170	2	1145	27	9.2	0.1	35.9	0.1	-18.5	0.2	14.4	0.1	505	9	31.8	10.2
Ardenne centro-orientale	156	2	1136	70	8.1	0.2	35.3	0.3	-19.8	0.5	13.9	0.2	502	27	37.3	25.4
Haute Ardenne	151	2	1219	79	7.7	0.2	34.9	0.3	-20.6	0.4	13.5	0.2	537	35	78.6	34.6
Basse et moyenne Ardenne	163	4	1170	118	8.7	0.3	35.8	0.4	-18.9	0.5	14.2	0.2	509	26	37.3	29.4
Haute Lorraine	163	1	1179	53	8.9	0.1	36.9	0.3	-17.4	0.2	14.5	0.1	483	19	10.6	22.8
Basse Lorraine	168	2	1119	44	9.3	0.2	37.5	0.3	-17.0	0.3	14.8	0.1	467	17	-13.7	19.0

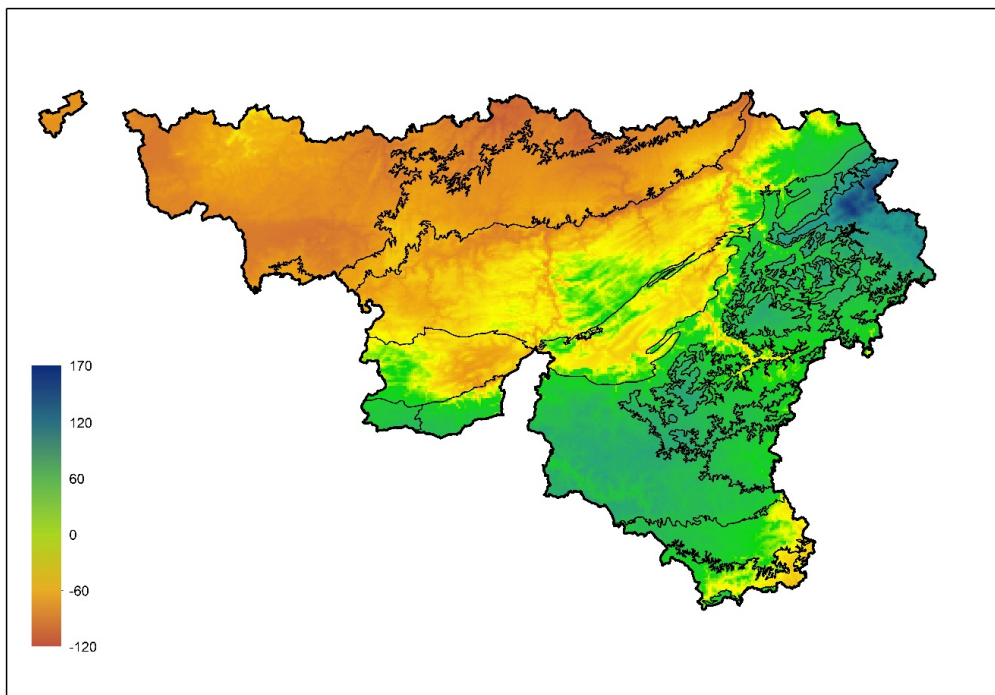


Graphe 1. Température moyenne annuelle en fonction des précipitations annuelles.

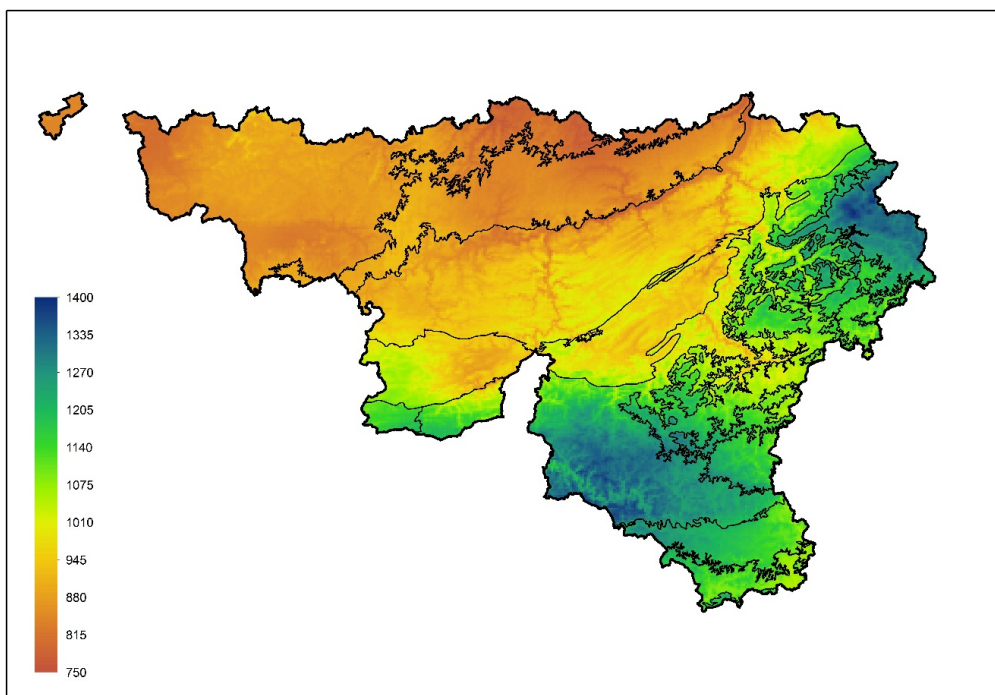


Graphe 2. Température moyenne en fonction des précipitations durant la période d'avril à septembre inclus.



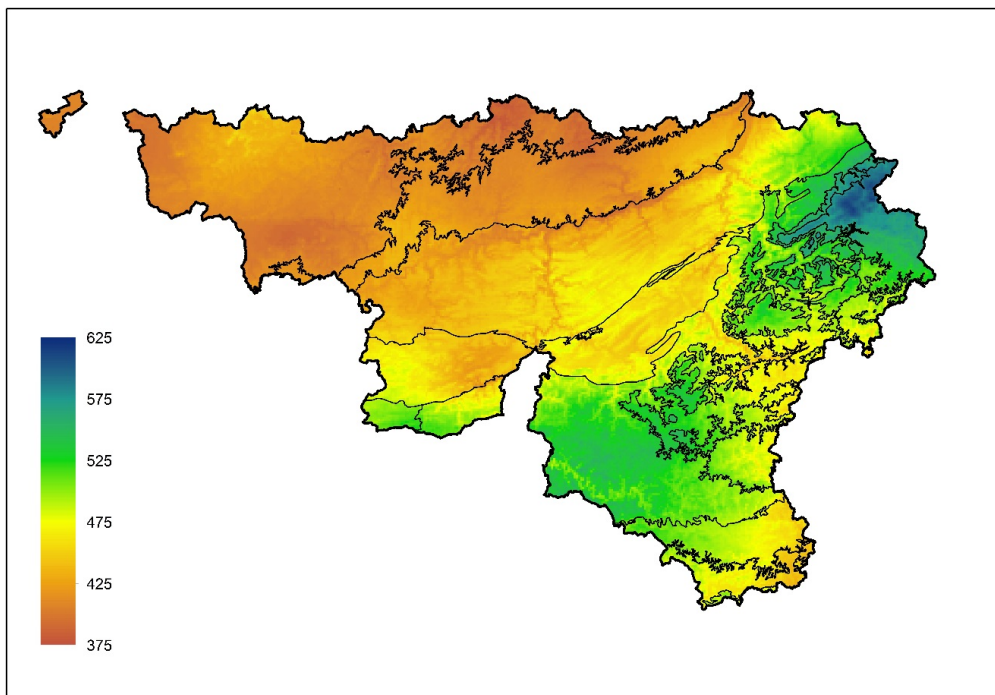


Carte 1. Bilan hydrique climatique estival (mm).

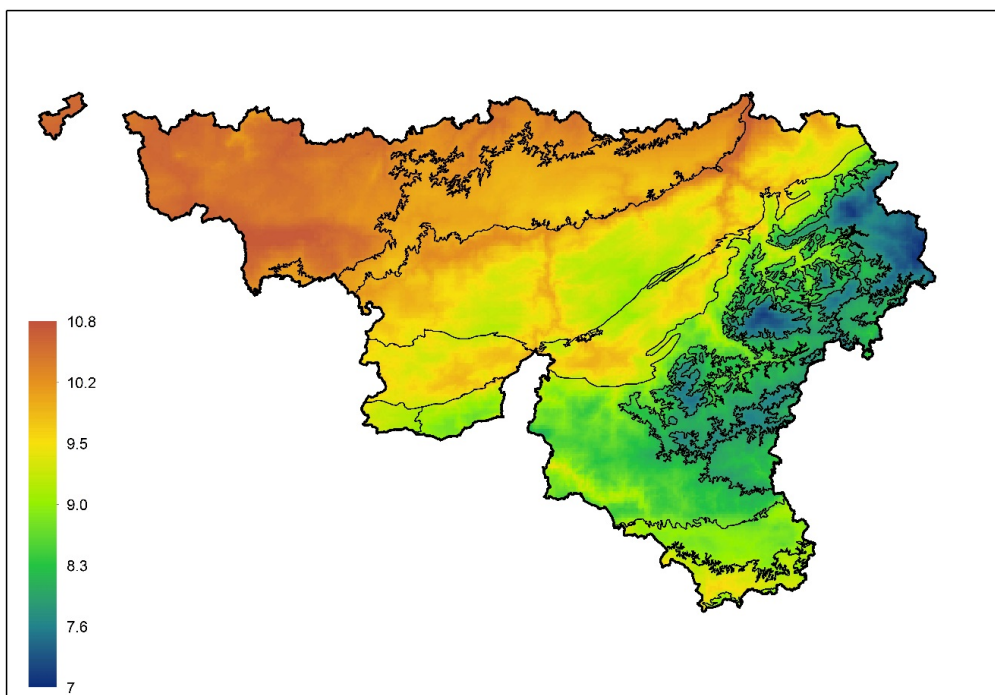


Carte 2. Précipitations annuelles (mm).



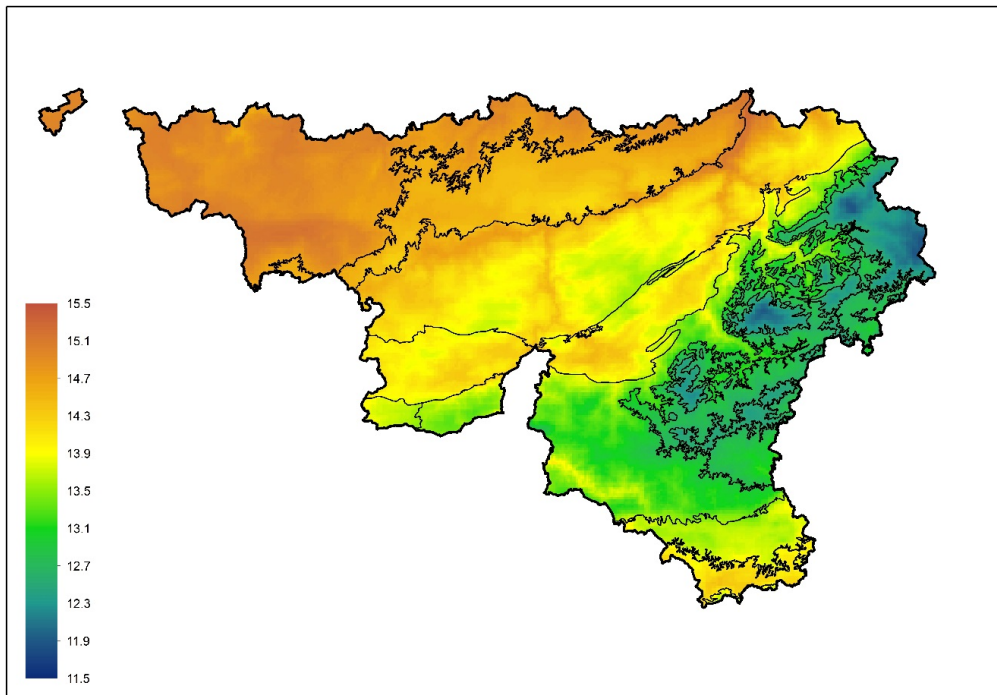


Carte 3. Précipitations d'avril à septembre inclus (mm).



Carte 4. Température moyenne annuelle (°C).

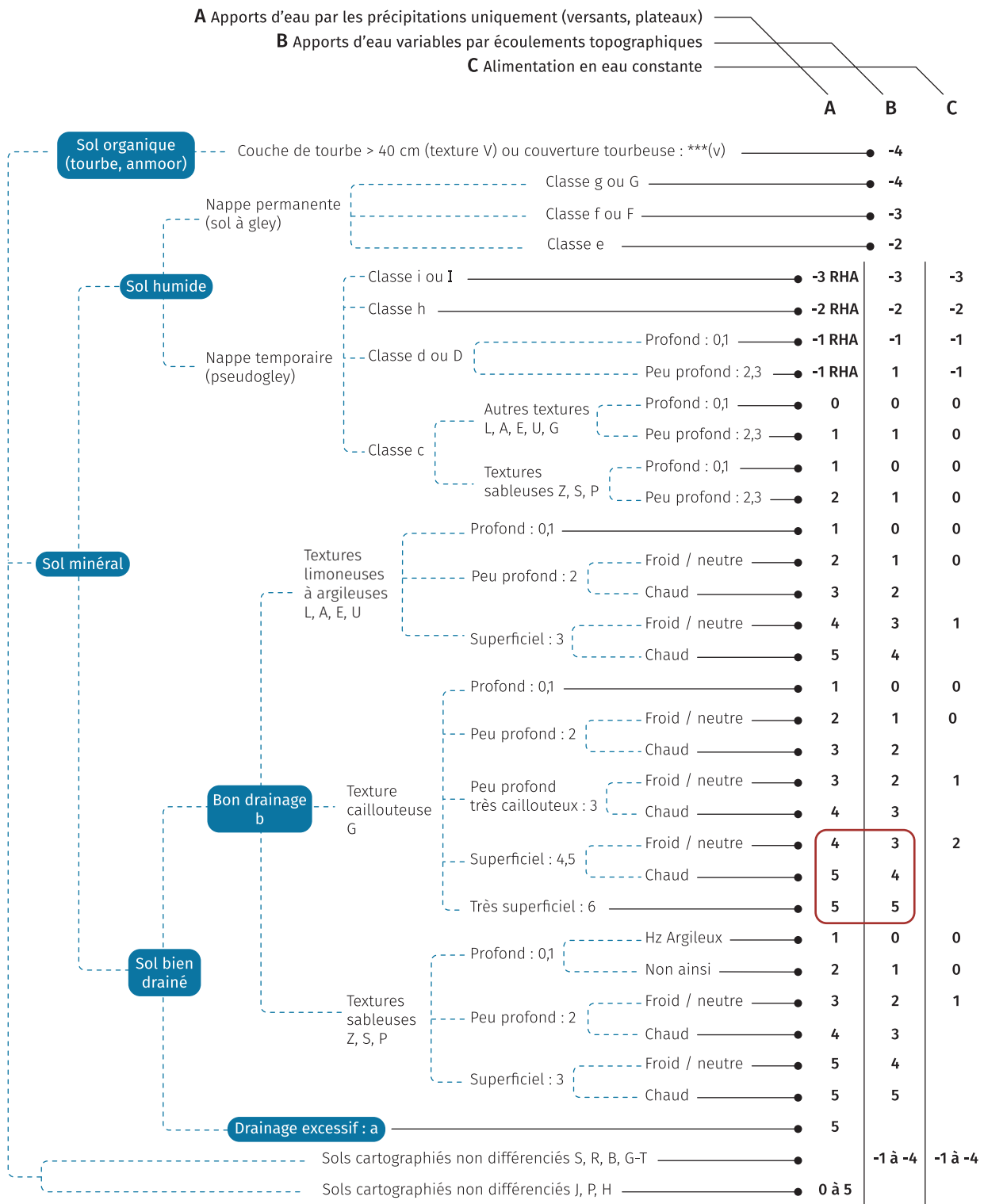




Carte 5. Température moyenne d'avril à septembre inclus (°C).

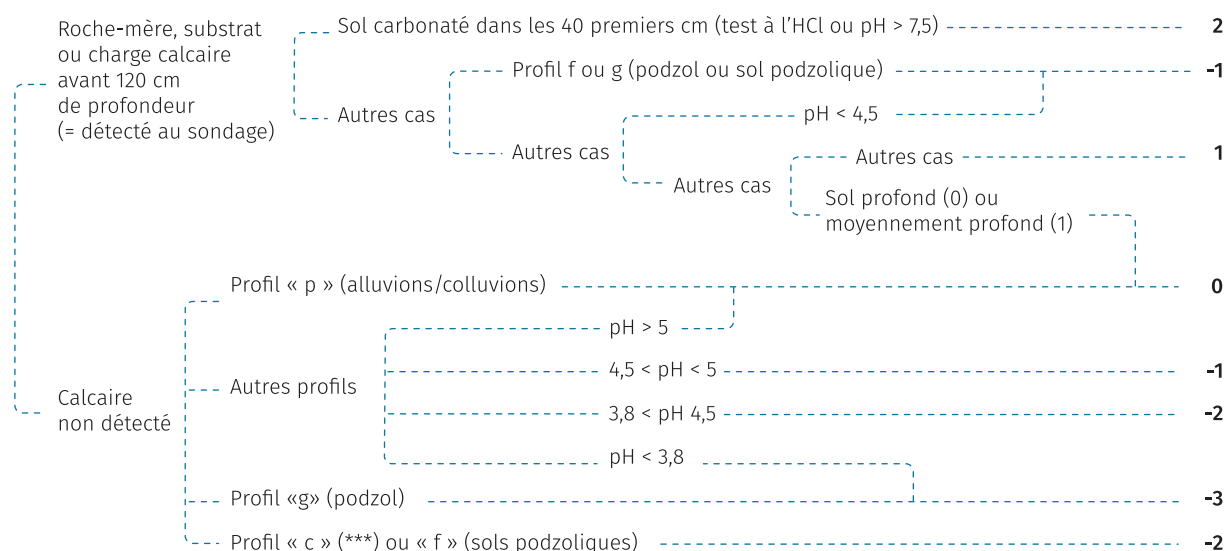
CLÉ DE DÉTERMINATION DU NIVEAU HYDRIQUE DES SOLS

Le niveau hydrique « 0 » désigne la disponibilité optimale en eau, constante et sans excès. Les niveaux négatifs traduisent des déficits croissants en oxygène (hypoxie) suite à un excès d'eau ; les niveaux positifs à une sécheresse croissante. Les niveaux notés « RHA » indiquent un régime hydrique alternatif qui se manifeste par une hypoxie lors des périodes pluvieuses (généralement lors du repos de la végétation) mais un déficit en eau lors des périodes sèches de la saison de végétation. Les sigles et chiffres de la clé font référence à la codification de la carte des sols. **Les niveaux entourés en rouge sont accompagnés d'une incertitude (plus ou moins un niveau hydrique) dépendant de la capacité d'enracinement des arbres selon la fissuration, le pendage et l'irrégularité de la roche-mère.**



CLÉ DE DÉTERMINATION DU NIVEAU TROPHIQUE DES SOLS

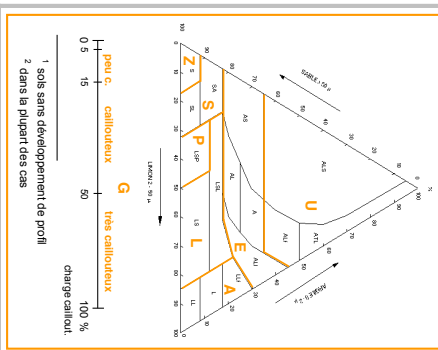
Le niveau trophique «0» désigne les sols parfaitement pourvus en éléments minéraux, de manière équilibrée et disponible pour les plantes. Les niveaux négatifs indiquent une disponibilité décroissante de minéraux, en relation avec l'acidité croissante des sols. Le niveau -3 indique des risques élevés de carence ou d'indisponibilité des éléments nutritifs. À l'inverse, les niveaux positifs sont caractérisés par une teneur en carbonates croissante, jusqu'à provoquer des problèmes d'alimentation minérale des plantes dans les sols carbonatés dans le niveau trophique +2. Les sigles et chiffres font référence à la codification de la carte des sols.





LÉGENDE DE LA CARTE NUMÉRIQUE DES SOLS DE WALLONIE - TABLEAU SIMPLIFIÉ *

SÉRIES DÉRIVÉES	
<p><i>Préfixe de la série principale</i></p> <p>SUBSTRAT</p> <p>a fortement altéré f solstieux g caillouteux / graveleux j de grès calcaire k calcaire m de macigno n crayeux / crayeux ou manneux p psammitique q gréseux r solstio-gréseux s sableux u argileux v tourbeux w argilo-sableux x non défini / de silicite y crayeux / crayeux d'altération de... z de sable argileux d'altération de... w Substrat débutant entre 80 et 125 cm de profondeur pour les sols non caillouteux (< 5%) - Profondeur variable d'apparition du substrat / Substrat discontinu spatialement si G... Substrat indiqué si "aberrant" (nature lithologique différente de la charge) Si substrat "normal" à déduire de la charge et du fait d'une phase de profondeur</p>	
<p>SÉRIES SPÉCIALES</p> <p>OE Fosse d'extraction ON Remblai OT Terrain terrané</p> <p>Terrains non différenciés</p> <p>B Zone de source H Complexe de sols sur fortes pentes J Affaiblissement rocheux R Ravin ou fond de vallon rocheux S Fond de vallon limoneux</p>	
<p>NON CARTOGRAPHIÉ</p> <p>Zones non cartographiées (zones tabulaires, cours d'eau, canaux, marais, routes, chemins de fer, domaines militaires...)</p>	
SÉRIES PRINCIPALES	
<p><i>1^{ère} position de la série principale (X...)</i></p> <p>TEXTURE</p> <p>Sols organiques</p> <p>V Tourbe (> 30% M.O.) W Tourbière haute inactif (inactive)</p> <p>Sols minéraux</p> <p>Z Sable S Sable limoneux P Limon sableux léger L Limon sableux A Limon E Argile légère U Argile lourde</p> <p>(G) Limon peu caillouteux (sols p) non Limon peu caillouteux (sols non p) non Limon (très) caillouteux (sols non p) oui</p> <p>Précision de la nature de la charge</p> <p>COMPLEXES</p>	
<p><i>2^{ème} position de la série principale (- X X)</i></p> <p>DRAINAGE</p> <p>Textures L, A, E, U, G - Textures Z, S, P</p> <p>Drainage : Définition - sols : oxydo-réduction / réduction</p> <p>a <i>excessif</i> très secs b favorable non gleyifiés > 125 c modéré faiblement gleyifiés 80-125 d imparfait modérément gleyifiés 60-90 e assez pauvre fortement gleyifiés 30-50 f pauvre très fortement gleyifiés 0-30 g très pauvre réduits 40-80</p> <p><i>à engorgement d'eau temporaire - sans horizon réduit</i></p> <p>h assez pauvre fortement gleyifiés 20-40 i pauvre très fortement gleyifiés 0-20</p> <p><i>à engorgement d'eau permanent - à horizon réduit</i></p> <p>e assez pauvre fortement gleyifiés 30-50 > 80 f pauvre très fortement gleyifiés 0-30 > 80 g très pauvre réduits 40-80</p> <p>COMPLEXES</p> <p>A (a)h+b+c+d I h+I B a+h F e+f D c+d G e+f+g</p>	
<p><i>3^{ème} position de la série principale (... X X)</i></p> <p>DÉVELOPPEMENT DE PROFIL</p> <p>Horizon : a textural b structural c B textural fortement tacheté (textures A, L) ou monochrome (textures Z, S, P) d B textural jaune rougeâtre f B humrique oulet ferrugine peu distinct g B humrique oulet ferrugine distinct h B humrique oulet ferrugine morcelé m A humrique anthropogène épais p Absence de développement de profil x Développement de profil non défini</p> <p>COMPLEXES</p> <p>B a+h F f+g(+h) P p+h / p+x</p>	
<p><i>4^{ème} position de la série principale (... X X)</i></p> <p>CHARGE EN ÉLÉMENTS GROSSESIERS¹</p> <p>f schisteuse fi schisto-pylieduse fp schisto-psammitique fq crayo-gréseuse k calcaire K calcaire k argilo-calcaire kt schisto-calcaire m de macigno n crayeuse p psammitique q gréseuse r schisto-gréseuse t de gravier x de silicite</p> <p>¹ pour les sols G non p (très) caillouteux pour les sols Z, S, P et U à plus de 5%</p>	
<p><i>Surfixe de la série principale</i></p> <p>PHASES DIVERSES</p> <p>Phases liées à une charge en éléments grossiers</p> <p>PHASE : (a) à (grès) cailloux (ou blocs) gréseux (ou quartziques) épais (en surface) (j) à charge modérée de petits cailloux non pyliques 1 peu caillouteuse c caillouteuse (A-G, p)</p> <p>Phases liées à l'altération</p> <p>(a) Phase à débris de roches fortement altérées b Phases rougeâtre</p> <p>Phase liée à la matière organique</p> <p>(v) Phase à couverture tourbeuse</p>	
<p><i>Surfixe de la série principale</i></p> <p>PHASES DE PROFONDEUR</p> <p>Sols non caillouteux (< 5%) et sols organiques SUBSTRAT DÉBUTANT : (j)¹ entre 80 et 125 cm 2 entre 40 et 80 cm 3 entre 20 et 40 cm</p> <p>Sols \rightarrow organiques / peu caillouteux (5-15%) / caillouteux (15-50%) / très caillouteux (> 50%)</p> <p>SUBSTRAT DÉBUTANT : 0 à plus de 125 cm 1 entre 80 et 125 cm 2 entre 40 et 80 cm 3 entre 20 et 40 cm 4 entre 40 et 80 cm : 7 fortement altéré 4 entre 20 et 40 cm 5 entre 80 et 125 cm 6 à moins de 20 cm</p> <p>¹ nature du substrat en préfixe entre parenthèses</p>	
<p><i>Surfixe de la série principale</i></p> <p>VARIANTES DE DEV. DE PROFIL</p> <p>Sols des plateaux et des pentes : (m) Horizon induré (tragipan) A (L/P/S), a (h/c/x) (b) Horizon B textural tacheté 0 Horizon A : épais (> 40 cm) / mince (< 40 cm)</p> <p>A/a/c/d/B</p> <p>Développement : 1 profond (> 125 cm) 2 moyennement ou peu profond (40-125 cm) 3 superficiel (< 40 cm)</p> <p>Sols des vallées et des dépressions (-, p) : (a) Horizon B entre 40 et 80 cm (j) textural enroulé : entre 80 et 125 cm 0 Colluvions ou alluvions de plus de 125 cm</p> <p>¹ ancienne nomenclature (A1+A2) \rightarrow A+E</p>	
<p><i>Surfixe de la série principale</i></p> <p>PHASE ANTHROPIQUE</p> <p>/o Phase à (forte) influence anthropique</p>	



* Les sigles dont les symboles sont repris dans ce tableau simplifié couvrent 97% du territoire de la Région wallonne.

Niveau trophique

		-3	-2	-1	0	1	2								
Niveau hydrique	5	T	CD* PS	T	CD* PS	T	CD* PA PS	T	CD* EC PA PS	T	CD* EC PA PS	T	CD* EC PA		
		TE	BV CA CS ME PC PK RO SO	TE	BV CA CS ME PC PK RO SO ST	TE	BV CA CS EC ME PC PK PO RO SO ST	TE	BV CA CS EL ME PC PK PO RO SO ST	TE	BV CA CS EL ME PC PK PO RO SO ST TC	TE	BV CA CS EL ME PC PK PO RO ST TC TP		
	4	O		O	PC PK PS	O	PA PC PK PS	O	EC PA PC PK PS	O	EC PA PC PK	O	EC PA		
		T	BV CD CR CS DO* PC PK PS RO SO	T	BV CA CD CR CS DO RO SO ST	T	BV CA CD CR CS DO PO RO SO ST TC	T	BV CA CD CR CS DO EL PO RO SO ST TC TP	T	BV CA CD CR CS DO EL PO PS RO SO ST TC TP	T	BV CA CD CS EL PC PK PO RO ST TC TP		
	3	TE	CA CT HE ME	TE	CT HE ME PM PT	TE	CT EC EL HE ME MR PM PT TP	TE	CT ES HE ME MR PM PT	TE	CT ES FR HE ME MR PM PT	TE	ES FR HE ME MR PM PT		
		O	SO	O	BV CD CS DO PC PK PS RO SO	O	BV CA CD CS CT DO EC EL PA PC PK PO PS RO SO ST TC TP	O	BV CA CD CS CT DO EC EL PA PC PK PO PS RO SO ST TC TP	O	BV CA CD CS DO EC EL PA PC PK PO RO ST TC TP	O	BV CA CS EC EL PA PO RO ST TC TP		
	2	T	AN* BV CD CR CS DO* ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	AN* CA CT CY MH* MJ MR RY ST TU	T	AN* EL ES JH MH* MJ MR PG PO PT PZ	T	AN* FR JR MH* MJ PG PT PZ	T	AN* CP CR CT FR JR MH* MJ PG PS PT PZ SO	T	AN* CP CR CT FR JR MH* MJ PG PS PT PZ SO	T	CD CP FR JH JR MH* MJ NO PC PG PK PM PT RY
		TE	BP CA CT HE	TE	BP CP ES PG PT TC	TE	BP CP EC FR JN TP	TE	BP CP JN	TE	BP JN	TE	BP JN	TE	BP JN
	1	O	SO	O	AN* BV CD CR CS DO HE* ME MH* MJ NO PC PK PS RO SO	O	AN* BV CA CD CR CS CT CY DO HE ME NO PA PC PK PM PS RO RY SO ST TC TU	O	AN* BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES HE JH JN JR ME MR NO PA PC PK PM PS RO RY SO ST TC TU	O	AN* BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES HE JH JN JR ME MR NO PA PC PK PM PS RO RY SO ST TC TU	O	AN* BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES HE JH JN JR ME MR NO PA PC PK PM PS RO RY SO ST TC TU	O	BV CA CS EC EL ES FR HE ME MR PA PO RO ST TC TP
		T	AN* BP BV CD CR CS DO* ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	AN* AX BP CA CT CY PM RY ST TU	T	AN* AX BP CP EL FR JH JN MR PO PY	T	AN* AX BP CP FR PY	T	AN* AX BP CP CR CT PS PY SO	T	AN* AX BP CP CR CT PS PY SO	T	AX BP CD CP JH JR NO PC PK PM PY RY
0	TE	CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC SA TP	TE	SA	TE	SA	TE	SA	TE	JN SA	
	O	SO	O	AN* AX BP BV CD CR CS DO HE* ME MH* MJ NO PC PK PS RO SO	O	AN* AX BP BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES HE JH JN JR ME MR NO PA PC PK PM PS RO RY SO ST TC TU	O	AN* AX BP BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES HE JH JN JR ME MR NO PA PC PK PM PS RO RY SO ST TC TU	O	AN* AX BP BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES HE JH JN JR ME MR NO PA PC PK PM PS RO RY SO ST TC TU	O	AN* AX BP BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES HE JH JN JR ME MR NO PA PC PK PM PS RO RY SO ST TC TU	O	AX BP BV CA CP CS EC EL ES FR HE JH JN JR ME MR NO PA PC PK PM PS RO RY SA ST TC	
-1	T	AN* BP BV CD CR CS DO* ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	AN* CA CT CY PM RY ST TU	T	AN* OP EL FR JH JN PO PY SA	T	AN*	T	AN* CR CT PS SO	T	AN*	T	CD JH JR NO PC PK PM RY	
	TE	CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC TP	TE		TE		TE		TE	JN	
-2	O	SO	O	AN* AX BP BV CR CS MH* MJ NO PS SO	O	AN* AX BP BV CA CR CS CY ES MH* MJ NO PG PM PS PT PZ RY SO TC	O	AN* AX BP BV CA CR CS CY ES MH* MJ NO PG PM PS PT PZ RY SA TC	O	AN* AX BP BV CA CR CS CY EL ES FR JN MH* MJ NO PG PM PT PY PZ RY SA TC	O	AN* AX BP BV CA CR CS CY EL ES FR JN MH* MJ NO PG PM PT PY PZ RY SA TC	O	AX BP BV CA CP CS EL ES FR MH* MJ PG PT PY SA TC	
	T	AN* BP BV CD CR CS DO* ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	AN* CA CD CT CY DO HE ME PC PK PM RO RY ST TU	T	AN* CD CP CT DO EL FR HE JH JN ME MR PA PC PK PO PY RO SA ST TU	T	AN* CD CT DO EC HE JH JR ME MR PA PC PK PO RO ST TP TU	T	AN* CD CR CT DO EC HE JH JR ME MR PA PC PK PO PS RO SO ST TP TU	T	AN* CD CR CT DO EC HE JH JR ME MR PA PC PK PO PS RO SO ST TP TU	T	CD EC HE JH JR ME MR NO PA PC PK PM PO RO RY ST TP	
-3	TE	CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC TP	TE		TE		TE		TE	JN	
	O	SO	O	AX BP BV PS	O	AX BP BV PG PS PT PZ	O	AX BP BV CP PG PS PT PY PZ SA	O	AX BP BV CP PG PT PY PZ SA	O	AX BP BV CP PG PT PY PZ SA	O	AX BP BV CP PG PT PY SA	
-4	T	AN* BP BV CR CS MH* MJ NO PS SO	T	AN* CA CR CS CY MH* MJ NO RY SO TU	T	AN* CA CP CR CS CY EL ES FR JN MH* MJ NO PY RY SA SO TC TU	T	AN* CA CR CS CY EL ES FR JN MH* MJ NO RY SO TC TU	T	AN* CA CR CS CY EL ES FR JN MH* MJ NO PS RY SO TC TU	T	AN* CA CR CS CY EL ES FR JN MH* MJ NO PS RY SO TC TU	T	CA CS EL ES FR MH* MJ NO RY TC	
	TE	AX CA CT HE ME PC PK	TE	CP CT ES HE ME PC PG PK PM PT ST TC	TE	CT EC HE ME MR PC PK PM PO ST TP	TE	CT EC HE JR ME MR PC PK PM PO ST TP	TE	CT EC HE JR ME MR PC PK PM PO ST TP	TE	CT EC HE JR ME MR PC PK PM PO ST TP	TE	EC HE JN JR ME MR PC PK PM PO ST TP	
-1	O	SO	O	AX BP	O	AX BP	O	AX BP SA	O	AX BP SA	O	AX BP SA	O	AX BP SA	
	T	BP BV PS	T	BV PS	T	BV CP FR PG PS PT PY* PZ* SA	T	BV CP FR PG PS PT PY* PZ*	T	BV CP FR PG PS PT PY* PZ*	T	BV CP FR PG PS PT PY* PZ*	T	BV CP FR PG PT PY*	
-2	TE	AX CA CS MJ SO	TE	CA CP CS ES MJ PG PT SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ	
	O	SO	O	AX BP	O	AX BP	O	AX BP	O	AX BP	O	AX BP	O	AX BP	
-3	T	AN* BP* BV* CS* PS	T	AN* AX* BV* CS* PS	T	AN* AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AN* AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AN* AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AN* AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG SA TC*	
	TE	AX CA SO	TE	CA CP ES PG PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT	

-1	O	SO	O	BP** BV CR CS NO PS SO	O	BP** BV CA CR CS CY NO PG PS PT RY SO TC	O	BP** BV CA CR CS CY EC EL NO PG PS PT RY SO TC	O	BP** BV CA CS CY EC EL NO PG PT RY TC	O	BP** BV CA CS EC EL PG PT TC	
	T	AN* BV CR CS DO* ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	AN* AX* CA CT CY DO HE ME MH* MJ PC PK PM RO RY ST TU	T	AN* AX* CP* CT DO ES FR* HE JH JN ME MH* MJ MR PA PC PK PM PO PY* PZ* RO SA ST TC TU	T	AN* AX* CP* CR CT DO ES FR* HE JH JN JR ME MR PA PC PK PM PO PY* PZ* RO SA ST TC TU	T	AN* AX* CP* CR CT DO ES FR* HE JH JN JR ME MR PA PC PK PM PO PY* PZ* RO SA ST TC TU	T	AX* CP* ES FR* HE JH JR ME MH* MJ MR NO PA PC PK PM PO RO RY SA ST TP	
-2	TE	BP* CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC EL TP	TE		TE		TE	JN	
	O	SO	O	BP* BV PS	O	BP* BV PG PS PT	O	BP* BV PG PS PT	O	BP* BV PG PT	O	BP* BV PG PT	
-3	T	AN* BP* BV CR CS NO PS SO	T	AN* AX* CA CR CS CY NO RY SO	T	AN* AX* CA CP* CR CS CY ES* FR* NO PY* PZ* RY SA SO TC TU	T	AN* AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS PY* PZ* RY SA SO TC TU	T	AN* AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS PY* PZ* RY SA SO TC TU	T	AX* CA CP* CR CS EC EL ES* FR* NO RY SA TC	
	TE	AX CA CT HE ME MJ PC PK	TE	CP CT ES HE ME MJ PC PG PK PM PT ST	TE	CT EC EL HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	TE	CT HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	TE	CT HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	TE	HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	
-4	O	SO	O	BP*	O	BP*	O	BP*	O	BP*	O	BP*	
	T	AN* BP* BV* CS* PS	T	AN* AX* BV* CS* PS	T	AN* AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AN* AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AN* AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AN* AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG PS SA TC*	T
-1	TE	AX CA SO	TE	CA CP ES PG PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT	

* : l'essence présente une aptitude indéterminée ou une double aptitude. Vérifier attentivement la fiche essence afin de vous assurer d'affiner le résultat.
 ** : l'essence présente une double aptitude dont l'une est l'exclusion, vérifier d'autant plus attentivement la fiche essence. En mauve : l'essence présente une aptitude bioclimatique indéterminée.



Niveau trophique

		-3	-2	-1	0	1	2
5	T	CD* PS	CD* PS	CD* PA PS	CD* EC PA PS	CD* EC PA PS	CD* EC PA
	TE	BV CA CS ME PC PK RO SO	BV CA CS ME PC PK RO SO ST	BV CA CS EC ME PC PK PO RO SO ST	BV CA CS EL ME PC PK PO RO SO ST	BV CA CS EL ME PC PK PO RO SO ST TC	BV CA CS EL ME PC PK PO RO ST TC TP
4	O		PC PK PS	PA PC PK PS	EC PA PC PK PS	EC PA PC PK	EC PA
	T	BV CD CR CS DO* PC PK PS RO SO	BV CA CD CR CS DO RO SO ST	BV CA CD CR CS DO PO RO SO ST TC	BV CA CD CR CS DO EL PO RO SO ST TC TP	BV CA CD CR CS DO EL PO PS RO SO ST TC TP	BV CA CD CS EL PC PK PO RO ST TC TP
3	TE	CA CT HE ME	CT HE ME PM PT	CT EC EL HE ME MR PM PT TP	CT ES HE ME MR PM PT	CT ES FR HE ME MR PM PT	ES FR HE ME MR PM PT
	O	SO	BV CD CS DO PC PK PS RO SO	BV CA CD CS CT DO PA PC PK PS RO SO ST	BV CA CD CS CT DO EC EL PA PC PK PO PS RO SO ST TC TP	BV CA CD CS DO EC EL PA PC PK PO RO ST TC TP	BV CA CS EC EL PA PO RO ST TC TP
2	T	BV CD CR CS DO* ME NO PC PK PS RO	CA CR CT ME NO PM RY ST	CR ME MR NO PM PO RY TC	CR ES ME MR NO PM RY	CR CT ES ME MR NO PM PS RY SO	CD ES ME MR NO PC PK PM RY
	TE	BP CA CT HE	BP HE PG PT	BP CP EC EL ES HE PG PT TP	BP CP FR HE JR PG PT	BP CP FR HE JR PG PT	BP CP FR HE JR PG PT
1	O	SO	BV CD CR CS DO HE* ME NO PC PK PS RO SO	BV CA CD CR CS CT CY DO HE ME NO PA PC PK PM PS RO RY SO ST TC TP TU	BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES HE ME MR NO PA PC PK PM PS RO RY SO ST TC TP TU	BV CA CD CS CY DO EC EL ES HE ME MR NO PA PC PK PM PO RO RY SO ST TC TP TU	BV CA CS EC EL ES HE ME MR PA PO RO ST TC TP
	T	AG AN* BV CD CR CS DO* ME MH* MJ NO PC PK PS RO	AG AN* CA CT CY MH* MJ PM RY ST TH TU TY	AG AN* EL ES JH MH* MJ MR PG PO PT PZ TH TY	AG AN* FR JR MH* MJ PG PT PZ TH TY	AG AN* CP CR CT FR JR MH* MJ PG PS PT PZ SO TH	CD CP FR JH JR MH* MJ NO PC PG PK PM PT RY TH
0	TE	BP CA CT HE	BP CP ES PG PT TC	BP CP EC FR JN TP	BP CP JN	BP JN	BP JN
	O	SO	AG AN* BV CD CR CS DO HE* ME MH* MJ NO PC PK PS RO SO TY	AG AN* BV CA CD CR CS CT CY DO HE ME MR NO PA PC PK PM PS RO RY SO ST TC TP TU	AG AN* BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES HE ME MR NO PA PC PK PM PS RO RY SO ST TC TP TU	AG AN* BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES FR HE ME MR NO PA PC PK PM PO RO RY SA ST TC TP TU	BV CA CS EC EL ES FR HE ME MR PA PO RO ST TC TP
-1	T	AG AN* BP BV CD CR CS DO* ME MH* MJ NO PC PK PS RO	AX BP CA CT CY PM RY ST TH TU	AX BP CP EL FR JH JN MR PO PY	AX BP CP FR PY	AN* AX BP CP CR CT PS PY SO	AX BP CD CP JH JR NO PC PK PM PY RY TH
	TE	CA CT HE	CP ES PG PT TC	EC SA TP	SA	SA	JN SA
-2	O	SO	AG AN* AX BP BV CD CR CS DO HE* ME MH* MJ NO PC PK PS RO SO TY	AG AN* AX BP BV CA CD CR CS CT CY DO HE ME MR NO PA PC PK PM PS RO RY SO ST TC TP TU	AG AN* AX BP BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES FR HE ME MR NO PA PC PK PM PS RO RY SA ST TC TP TU	AG AN* AX BP BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES FR HE ME MR NO PA PC PK PM PO RO RY SA ST TC TP TU	AX BP BV CA CP CS EC EL ES FR ME MH* MJ MR PA PG PO PT RY SA TC
	T	AG AN* BP BV CD CR CS DO* ME MH* MJ NO PC PK PS RO	CA CD CT CY DO HE ME PC PK PM RO RY ST TH TU	CD CP CT DO EL FR HE JH JN ME MR PA PC PK PO PY RO SA ST TU	CD CT DO EC HE JH JR ME MR PA PC PK PO RO ST TP TU	AN* CD CR CT DO EC HE JH JR ME MR PA PC PK PO PS RO SO ST TP TU	CD EC HE JH JR ME MR NO PA PC PK PM PO RO RY ST TH TP
-3	TE	CA CT HE	CP ES PG PT TC	EC TP			JN
	O	SO	AG AN* AX BP BV CR CS MH* MJ NO PS SO TY	AG AN* AX BP BV CA CR CS CY ES MH* MJ NO PG PM PS PT PZ RY SO TC TH TY	AG AN* AX BP BV CA CR CS CT CY EL ES FR JN MH* MJ NO RY SA SO TC TH TY	AG AN* AX BP BV CA CP CS CY EL ES FR JN MH* MJ NO PG PM PT PY PZ RY SA TC TH	AX BP BV CA CP CS EL ES FR MH* MJ PG PT PY SA TC
-4	T	AG AN* BP BV CD CR CS DO* ME MH* MJ NO PC PK PS RO	CA CD CT CY DO HE ME PC PK PM RO RY ST TH TU	CD CP CT DO EL FR HE JH JN ME MR PA PC PK PO PY RO SA ST TU	CD CT DO EC HE JH JR ME MR PA PC PK PO RO ST TP TU	AN* CD CR CT DO EC HE JH JR ME MR PA PC PK PO PS RO SO ST TP TU	CD EC HE JH JR ME MR NO PA PC PK PM PO RO RY ST TH TP
	TE	CA CT HE	CP ES PG PT TC	EC TP			JN
-5	O	SO	AG AN* AX BP BV CR CS MH* MJ NO PS SO TY	AG AN* AX BP BV CA CR CS CY ES MH* MJ NO PG PM PS PT PZ RY SO TC TH TY	AG AN* AX BP BV CA CR CS CT CY EL ES FR JN MH* MJ NO RY SA SO TC TH TY	AG AN* AX BP BV CA CP CS CY EL ES FR JN MH* MJ NO PS RY SO TC TH TY	CA CS EL ES FR MH* MJ NO RY TC TH
	T	AG AN* BP BV CD CR CS DO* ME MH* MJ NO PC PK PS RO	CA CD CT CY DO HE ME PC PK PM RO RY ST TH TU	CD CP CT DO EL FR HE JH JN ME MR PA PC PK PO PY RO SA ST TU	CD CT DO EC HE JH JR ME MR PA PC PK PO RO ST TP TU	AN* CD CR CT DO EC HE JH JR ME MR PA PC PK PO PS RO SO ST TP TU	CD EC HE JH JR ME MR NO PA PC PK PM PO RO RY ST TH TP
-6	TE	CA CT HE ME PC PK	CP CT ES HE ME PC PG PK PM PT ST TC	CT EC HE ME MR PC PK PM PO ST TP	CT EC HE JR ME MR PC PK PM PO ST TP	CT EC HE JR ME MR PC PK PM PO ST TP	EC HE JN JR ME MR PC PK PM PO ST TP
	O	SO	AX BP	AX BP TH	AX BP SA TH	AX BP SA TH	AX BP SA
-7	T	BP BV PS	BV PS TH	BV CP FR PG PS PT PY* PZ* SA	BV CP FR PG PS PT PY* PZ*	BV CP FR PG PS PT PY* PZ*	BV CP FR PG PT PY* TH
	TE	AX CA CS MJ SO	CA CP CS ES MJ PG PT SO	CA CS EC EL ES JN MJ SO	CA CS EC EL ES JN MJ SO	CA CS EC EL ES JN MJ SO	CA CS EC EL ES JN MJ
-8	O	SO	AX BP	AX BP	AX BP	AX BP	AX BP
	T	BP BV PS	BV PS TH	BV CP FR PG PS PT PY* PZ* SA	BV CP FR PG PS PT PY* PZ*	BV CP FR PG PS PT PY* PZ*	BV CP FR PG PT PY* TH
-9	TE	AX CA CS MJ SO	CA CP CS ES MJ PG PT SO	CA CS EC EL ES JN MJ SO	CA CS EC EL ES JN MJ SO	CA CS EC EL ES JN MJ SO	CA CS EC EL ES JN MJ
	O	SO	AX BP	AX BP	AX BP	AX BP	AX BP

-1	O	SO	BP** BV CR CS NO PS SO TY	BP** BV CA CR CS CY NO PG PS PT RY SO TC TY	BP** BV CA CR CS CY EC EL NO PG PS PT RY SO TC TY	BP** BV CA CS CY EC EL NO PG PT RY TC	BP** BV CA CS EC EL PG PT TC
	T	AG AN* BV CR CS DO* ME MH* MJ NO PC PK PS RO	AG AN* AX* CA CT CY DO HE ME MH* MJ PC PK PM RO RY ST TH TU	AG AN* AX* CA CP* CR CS CY ES* FR* NO PY* PZ* RY SA SO TC TH TY	AG AN* AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PY* PZ* RY SA SO TC TH TY	AG AN* AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS RY SO TC TH TY	AX* CP* ES* FR* HE JH JR ME MH* MJ MR NO PA PC PK PM PO RO RY SA ST TH TP
-2	TE	BP* CA CT HE	CP ES PG PT TC	EC EL TP			JN
	O	SO	BP* BV PS	BP* BV PG PS PT	BP* BV PG PS PT	BP* BV PG PT	BP* BV PG PT
-3	T	AG AN* BP* BV CR CS NO PS SO	AG AN* AX* CA CR CS CY AN* NO RY SO TH TY	AG AN* AX* CA CP* CR CS CY ES* FR* NO PY* PZ* RY SA SO TC TH TY	AG AN* AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PY* PZ* RY SA SO TC TH TY	AG AN* AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS RY SO TC TH TY	AX* CA CP* CS EC EL ES* FR* NO RY SA TC TH
	TE	AX CA CT HE ME MJ PC PK	CP CT ES HE ME MJ PG PK PM PT ST	CT EC EL HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	CT HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	CT HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	HE ME MJ MR PC PK PM PO ST
-4	O	SO	BP*	BP*	BP*	BP*	BP*
	T	AG AN* BP* BV* CS* PS	AG AN* AX* BV* CS* PS	AG AN* AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG PS SA TC*	AG AN* AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG PS SA TC*	AG AN* AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG PS SA TC*	AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG SA TC*
-5	TE	AX CA SO	CA CP ES PG PT SO	CA PT SO	CA PT SO	CA PT SO	CA PT

* : l'essence présente une aptitude indéterminée ou une double aptitude. Vérifier attentivement la fiche essence afin de vous assurer d'affiner le résultat.
 ** : l'essence présente une double aptitude dont l'une est l'exclusion, vérifier d'autant plus attentivement la fiche essence. En mauve : l'essence présente une aptitude bioclimatique indéterminée.



Niveau trophique

		-3	-2	-1	0	1	2						
Niveau hydrique	5	T	CD* PS	T	CD* PS	T	CD* PA PS	T	CD* EC PA PS	T	CD* EC PA PS	T	CD* EC PA
		TE	BV CA CS ME PC PK RO SO	TE	BV CA CS ME PC PK RO SO ST	TE	BV CA CS EC ME PC PK PO RO SO ST	TE	BV CA CS EL ME PC PK PO RO SO ST	TE	BV CA CS EL ME PC PK PO RO SO ST TC	TE	BV CA CS EL ME PC PK PO RO ST TC TP
	4	O		O	PC PK PS	O	PA PC PK PS	O	EC PA PC PK PS	O	EC PA PC PK	O	EC PA
		T	BV CD CR CS DO* PC PK PS RO SO	T	BV CA CD CR CS DO RO SO ST	T	BV CA CD CR CS DO PO RO SO ST TC	T	BV CA CD CR CS DO EL PO RO SO ST TC TP	T	BV CA CD CR CS DO EL PO PS RO SO ST TC TP	T	BV CA CD CS EL PC PK PO RO ST TC TP
	3	TE	CA CT HE ME	TE	CT HE ME PM PT	TE	CT EC EL HE ME MR PM PT TP	TE	CT ES HE ME MR PM PT	TE	CT ES FR HE ME MR PM PT	TE	ES FR HE ME MR PM PT
		O	SO	O	BV CD CS DO PC PK PS RO SO	O	BV CA CD CS CT DO PA PC PK PS RO SO ST	O	BV CA CD CS CT DO EC EL PA PC PK PO PS RO SO ST TC TP	O	BV CA CD CS DO EC EL PA PC PK PO RO ST TC TP	O	BV CA CS EC EL PA PO RO ST TC TP
	2	T	BV CD CR CS DO* ME NO PC PK PS RO	T	CA CR CT ME NO PM RY ST	T	CR ME MR NO PM PO RY TC	T	CR ES ME MR NO PM RY	T	CR CT ES ME MR NO PM PS RY SO	T	CD ES ME MR NO PC PK PM RY
		TE	BP CA CT HE	TE	BP HE PG PT	TE	BP CP EC EL ES HE PG PT TP	TE	BP CP FR HE JR PG PT	TE	BP CP FR HE JR PG PT	TE	BP CP FR HE JR PG PT
	1	O	SO	O	BV CD CR CS DO EP* HE* ME NO PC PK PS RO SO	O	BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME NO PA PC PK PS RO SO ST TC TU	O	BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES HE ME MR NO PA PC PK PM PO PS RO RY SO ST TC TP TU	O	BV CA CD CS CY DO EC EL ES HE ME MR NO PA PC PK PM PO RO RY ST TC TP	O	BV CA CS EC EL ES HE ME MR PA PO RO ST TC TP
		T	AG AN BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	AG AN AP CA CT CY MH* MJ PM RY ST TH TU TY	T	AG AN AP EL ES JH MH* MJ MR PG PO PT PZ TH TY	T	AG AN AP EP FR JR MH* MJ PG PT PZ TH TY	T	AG AN AP CP CR CT FR JR MH* MJ PG PS PT PZ SO TH	T	CD CP FR JH JR MH* MJ NO PC PG PK PM PT RY TH
	0	TE	BP CA CT HE	TE	BP CP ES PG PT TC	TE	BP CP EC FR JN TP	TE	BP CP JN	TE	BP JN	TE	BP JN
		O	SO	O	AG AN AP BV CD CR CS DO EP* HE* ME MH* MJ NO PC PK PS RO SO TY	O	AG AN AP BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME MH* MJ NO PA PC PK PM PO PS RY SO ST TC TH TU	O	AG AN AP BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES HE ME MR NO PA PC PK PM PO PS RY SO ST TC TP TU	O	AG AN AP BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES HE ME MR NO PA PC PK PM PO PS RY SO ST TC TP TU	O	BV CA CS EC EL ES FR HE ME MH* MJ MR PA PG PO PT RO ST TC TP
-1	T	AG AN BP BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	AX BP CA CT CY PM RY ST TH TU	T	AX BP CP EL FR JH JN MR PO PY	T	AX BP CP EP FR PY	T	AN AX BP CP CR CT PS PY SO	T	AX BP CD CP JH JR NO PC PK PM PY RY TH	
	TE	CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC SA TP	TE	SA	TE	SA	TE	JN SA	
-2	O	SO	O	AG AN AP AX BP BV CD CR CS DO EP* HE* ME MH* MJ NO PC PK PS RO SO TY	O	AG AN AP AX BP BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME MH* MJ NO PA PC PK PM PO PS RY SO ST TC TH TU	O	AG AN AP AX BP BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES FR HE ME MR NO PA PC PK PM PO PS RY SA ST TC TP TU	O	AG AN AP AX BP BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES FR HE ME MR NO PA PC PK PM PO PS RY SA ST TC TP TU	O	AX BP BV CA CP CS EC EL ES FR ME MH* MJ MR PA PG PO PT RY SA ST TC TP	
	T	AG AN BP BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	CA CT CY PM RY ST TH TU	T	CP EL FR JH JN PO PY SA	T	EP	T	AN CR CT PS SO	T	CD JH JR NO PC PK PM RY TH	
-3	TE	CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC TP	TE		TE		TE	JN	
	O	SO	O	AG AN AP AX BP BV CR CS EP* MH* MJ NO PS SO TY	O	AG AN AP AX BP BV CA CR CS CY EP ES FR JH MH* MJ NO PY PM PS PT PZ RY SO TC TH	O	AG AN AP AX BP BV CA CR CS CY EP ES FR JH MH* MJ NO RY SA SO TC TH TY	O	AG AP AX BP BV CA CP CS CY EL ES FR JN MH* MJ NO PG PM PS PT PY PZ RY SA TC	O	AX BP BV CA CP CS EL ES FR MH* MJ PG PT PY SA TC	
-4	T	AG AN BP BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	CA CD CT CY DO HE ME PC PK PM RO RY ST TH TU	T	CD CP CT DO EL FR HE JH JN ME MR PA PC PK PO PY RO SA ST TU	T	CD CT DO EC EP HE JR JH ME MR PA PC PK PO RO ST TP TU	T	AN CD CR CT DO EC HE JH ME MR PA PC PK PO PS RO SO ST TP TU	T	CD EC HE JH JR ME MR NO PA PC PK PM PO RO RY ST TH TP	
	TE	CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC TP	TE		TE		TE	JN	
-5	O	SO	O	AX BP BV PS	O	AX BP BV PG PS PT PZ TH	O	AX BP BV CP PG PS PT PY PZ SA TH	O	AX BP BV CP PG PT PY SA TH	O	AX BP BV CP PG PT PY SA	
	T	AG AN BP BV CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PS SO	T	AG AN AP CA CR CS CY EP MH* MJ NO RY SO TH TU TY	T	AG AN AP CA CP CR CS CY EL EP ES FR JH MH* MJ NO RY PY RY SA SO TC TH TY	T	AG AN AP CA CR CS CY EL EP ES FR JH MH* MJ NO RY SO TC TU TY	T	AG AN AP CA CR CS CY EL ES FR JN MH* MJ NO PS RY SO TC TU TY	T	CA CS EL ES FR MH* MJ NO RY TC TH	
-6	TE	AX CA CT HE ME PC PK	TE	CP CT ES HE ME PC PG PK PM PT ST TC	TE	CT EC HE ME MR PC PK PM PO ST TP	TE	CT EC HE JR ME MR PC PK PM PO ST TP	TE	CT EC HE JR ME MR PC PK PM PO ST TP	TE	EC HE JN JR ME MR PC PK PM PO ST TP	
	O	SO	O	AX BP	O	AX BP TH	O	AX BP SA TH	O	AX BP SA TH	O	AX BP SA	
-7	T	BP BV PS	T	BV PS TH	T	BV CP FR PG PS PT PY* PZ* SA	T	BV CP FR PG PS PT PY* PZ*	T	BV CP FR PG PS PT PY* PZ*	T	BV CP FR PG PT PY* TH	
	TE	AX CA CS MJ SO	TE	CA CP CS ES MJ PG PT SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ	
-8	O		O	AX BP	O	AX BP	O	AX BP	O	AX BP	O	AX BP	
	T	AG AN BP BV CS* EP* PS	T	AG AN* AX* BV* CS* EP* PS	T	AG AN* AX* BV* CP* CS* EP* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AG AN* AX* BV* CP* CS* EP* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AG AN* AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG SA TC*	
-9	TE	AX CA SO	TE	CA CP ES PG PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT	

-1	O	SO	O	BP** BV CR CS EP* NO PS SO TY	O	BP** BV CA CR CS CY EP NO PG PS PT RY SO TC TY	O	BP** BV CA CR CS CY EC EL NO PG PS PT RY SO TC TY	O	BP** BV CA CS CY EC EL NO PG PT RY TC	O	BP** BV CA CS EC EL PG PT TC
	T	AG AN BV CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	AG AN AP AX* CA CT CY DO HE ME MH* MJ PC PK PM RO RY ST TH TU	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EP ES FR* NO PY* PZ* RY SA SO TC TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS PY* PZ* RY SA SO TC TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS PY* PZ* RY SA SO ST TH TP TU	T	AX* CP* ES* FR* HE JH JR ME MH* MJ MR NO PA PC PK PM PO PS PO RO RY SA ST TH TP TU
-2	TE	BP* CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC EL TP	TE		TE		TE	JN
	O	SO	O	BP* BV PS	O	BP* BV PG PS PT	O	BP* BV PG PS PT	O	BP* BV PG PT	O	BP* BV PG PT
-3	T	AG AN BP* BV CR CS EP NO PS SO	T	AG AN AP AX* CA CR CS CY EP NO RY SO TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EP ES FR* NO PY* PZ* RY SA SO TC TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS PY* PZ* RY SA SO TC TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS PY* PZ* RY SA SO TC TH	T	AX* CA CP* CS EC EL ES* FR* NO RY SA TC TH
	TE	AX CA CT HE ME MJ PC PK	TE	CP CT ES HE ME MJ PG PK PM PT ST	TE	CT EC EL HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	TE	CT HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	TE	CT HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	TE	HE ME MJ MR PC PK PM PO ST
-4	O		O	BP*	O	BP*	O	BP*	O	BP*	O	BP*
	T	AG AN* BP* BV* CS* EP* PS	T	AG AN* AX* BV* CS* EP* PS	T	AG AN* AX* BV* CP* CS* EP* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AG AN* AX* BV* CP* CS* EP* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AG AN* AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG SA TC*
-5	TE	AX CA SO	TE	CA CP ES PG PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT

* : l'essence présente une aptitude indéterminée ou une double aptitude. Vérifier attentivement la fiche essence afin de vous assurer d'affiner le résultat.
 ** : l'essence présente une double aptitude dont l'une est l'exclusion, vérifier d'autant plus attentivement la fiche essence. En mauve : l'essence présente une aptitude bioclimatique indéterminée.



Niveau trophique

		-3	-2	-1	0	1	2						
Niveau hydrique	5	T	CD* PS	T	CD* PS	T	CD* PA PS	T	CD* EC PA PS	T	CD* EC PA PS	T	CD* EC PA
		TE	BV CA CS ME PC PK RO SO	TE	BV CA CS ME PC PK RO SO ST	TE	BV CA CS EC ME PC PK PO RO SO ST	TE	BV CA CS EL ME PC PK PO RO SO ST	TE	BV CA CS EL ME PC PK PO RO SO ST TC	TE	BV CA CS EL ME PC PK PO RO ST TC TP
	4	O		O	PC PK PS	O	PA PC PK PS	O	EC PA PC PK PS	O	EC PA PC PK	O	EC PA
		T	BV CD CR CS DO* PC PK PS RO SO	T	BV CA CD CR CS DO RO SO ST	T	BV CA CD CR CS DO PO RO SO ST TC	T	BV CA CD CR CS DO EL PO RO SO ST TC TP	T	BV CA CD CR CS DO EL PO PS RO SO ST TC TP	T	BV CA CD CS EL PC PK PO RO ST TC TP
	3	TE	CA CT HE ME	TE	CT HE ME PM PT	TE	CT EC EL HE ME MR PM PT TP	TE	CT ES HE ME MR PM PT	TE	CT ES FR HE ME MR PM PT	TE	ES FR HE ME MR PM PT
		O	SO	O	BV CD CS DO PC PK PS RO SO	O	BV CA CD CS CT DO PA PC PK PS RO SO ST	O	BV CA CD CS CT DO EC EL PA PC PK PO PS RO SO ST TC TP	O	BV CA CD CS DO EC EL PA PC PK PO RO ST TC TP	O	BV CA CS EC EL PA PO RO ST TC TP
	2	T	BV CD CR CS DO* ME NO PC PK PS RO	T	CA CR CT ME NO PM RY ST	T	CR ME MR NO PM PO RY TC	T	CR ES ME MR NO PM RY	T	CR CT ES ME MR NO PM PS RY SO	T	CD ES ME MR NO PC PK PM RY
		TE	BP CA CT HE	TE	BP HE PG PT	TE	BP CP EC EL ES HE PG PT TP	TE	BP CP FR HE JR PG PT	TE	BP CP FR HE JR PG PT	TE	BP CP FR HE JR PG PT
	1	O	SO	O	BV CD CR CS DO EP* HE* ME NO PC PK PS RO SO	O	BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME NO PA PC PK PS RO RY SO ST TC TP TU	O	BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES HE ME MR NO PA PC PK PM PO PS RO RY SO ST TC TP TU	O	BV CA CD CS CY DO EC EL ES HE ME MR NO PA PC PK PM PO RO RY ST TC TP TU	O	BV CA CS EC EL ES HE ME MR PA PO RO ST TC TP
		T	AG AN BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	AG AN AP CA CT CY MH* MJ PM RY ST TH TU TY	T	AG AN AP EL ES JH MH* MJ MR PG PO PT PZ TH TY	T	AG AN AP EP FR JR MH* MJ PG PT PZ TH TY	T	AG AN AP CP CR CT FR JR MH* MJ PG PS PT PZ SO TH	T	CD CP FR JH JR MH* MJ NO PC PG PK PM PT RY TH
0	TE	BP CA CT HE	TE	BP CP ES PG PT TC	TE	BP CP EC FR JN TP	TE	BP CP JN	TE	BP JN	TE	BP JN	
	O	SO	O	AG AN AP BV CD CR CS DO EP* HE* ME MH* MJ NO PC PK PS RO SO TY	O	AG AN AP BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME MH* MJ NO PA PC PK PM PS RY SO ST TC TH TU	O	AG AN AP BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES HE ME MR NO PA PC PK PM PO PS RY SO ST TC TH TU	O	AG AN AP BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES HE ME MR NO PA PC PK PM PO PS RY ST TC TH TU	O	BV CA CS EC EL ES FR HE ME MH* MJ MR PA PG PO PT RO ST TC TP	
-1	T	AG AN BP BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	AX BP CA CT CY PM RY ST TH TU	T	AX BP CP EL FR JH JN MR PO PY	T	AX BP CP EP FR PY	T	AN AX BP CP CR CT PS PY SO	T	AX BP CD CP JH JR NO PC PK PM PY RY TH	
	TE	CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC SA TP	TE	SA	TE	SA	TE	JN SA	
-2	O	SO	O	AG AN AP AX BP BV CD CR CS DO EP* HE* ME MH* MJ NO PC PK PS RO SO TY	O	AG AN AP AX BP BV CA CD CR CS CT CY DO EP ES HE ME MH* MJ NO PA PC PK PM PS RY SO ST TC TH TU	O	AG AN AP AX BP BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES FR HE ME MR NO PA PC PK PM PO PS RY SA ST TC TH TU	O	AG AN AP AX BP BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES FR HE ME MR NO PA PC PK PM PO PS RY SA ST TC TH TU	O	AX BP BV CA CP CS EC EL ES FR HE ME MH* MJ MR PA PG PO PT RY SA ST TC TP	
	T	AG AN BP BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	CA CT CY PM RY ST TH TU	T	CP EL FR JH JN PO PY SA	T	EP	T	AN CR CT PS SO	T	CD JH JR NO PC PK PM RY TH	
-3	TE	CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC TP	TE		TE		TE	JN	
	O	SO	O	AG AN AP AX BP BV CR CS EP* MH* MJ NO PS SO TY	O	AG AN AP AX BP BV CA CR CS CY EP ES FR JH MH* MJ NO PG PM PS PT PZ RY SO TC TH	O	AG AN AP AX BP BV CA CR CS CT CY DO EP ES FR HE ME MR NO PA PC PK PM PO PS RY SA ST TC TH TU	O	AG AP AX BP BV CA CP CS CY EL ES FR JN MH* MJ NO PS RY SA TC	O	AX BP BV CA CP CS EL ES FR MH* MJ PG PT PY SA TC	
-4	T	AG AN BP BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	CA CD CT CY DO HE ME PC PK PM RO RY ST TH TU	T	CD CP CT DO EL FR HE JH JN ME MR PA PC PK PO PY RO SA ST TU	T	CD CT DO EC EP HE JR ME MR PA PC PK PO RO ST TP TU	T	AN CD CR CT DO EC HE JR ME MR PA PC PK PO PS RO SO ST TP TU	T	CD EC HE JR ME MR NO PA PC PK PM PO RY ST TH TP	
	TE	CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC TP	TE		TE		TE	JN	
-5	O	SO	O	AX BP BV PS	O	AX BP BV PG PS PT PZ TH	O	AX BP BV CP PG PS PT PY PZ SA TH	O	AX BP BV CP PG PT PY SA TH	O	AX BP BV CP PG PT PY SA	
	T	AG AN BP BV CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PS SO	T	AG AN AP CA CR CS CY EP MH* MJ NO RY SO TH TU TY	T	AG AN AP CA CP CR CS CY EL EP ES FR JH MH* MJ NO RY SO TC TH TY	T	AG AN AP CA CR CS CY EL EP ES FR JN MH* MJ NO RY SO TC TH TY	T	AG AN AP CA CR CS CY EL ES FR JN MH* MJ NO PS RY SO TC TH TY	T	CA CS EL ES FR MH* MJ NO RY TC TH	
-6	TE	AX CA CT HE ME PC PK	TE	CP CT ES HE ME PC PG PK PM PT ST TC	TE	CT EC HE ME MR PC PK PM PO ST TP	TE	CT EC HE JR ME MR PC PK PM PO ST TP	TE	CT EC HE JR ME MR PC PK PM PO ST TP	TE	EC HE JN JR ME MR PC PK PM PO ST TP	
	O	SO	O	AX BP	O	AX BP TH	O	AX BP SA TH	O	AX BP SA TH	O	AX BP SA	
-7	T	BP BV PS	T	BV PS TH	T	BV CP FR PG PS PT PY* PZ* SA	T	BV CP FR PG PS PT PY* PZ*	T	BV CP FR PG PS PT PY* PZ*	T	BV CP FR PG PT PY* TH	
	TE	AX CA CS MJ SO	TE	CA CP CS ES MJ PG PT SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ	
-8	O		O	AX BP	O	AX BP	O	AX BP	O	AX BP	O	AX BP	
	TE	AX BP BV	TE	BV	TE	BV FR SA	TE	BV FR SA	TE	BV FR SA	TE	BV FR SA	

-1	O	SO	O	BP** BV CR CS EP* NO PS SO TY	O	BP** BV CA CR CS CY EP NO PG PS PT RY SO TC TY	O	BP** BV CA CR CS CY EC EL NO PG PS PT RY SO TC TY	O	BP** BV CA CS CY EC EL NO PG PT RY TC	O	BP** BV CA CS EC EL PG PT TC
	T	AG AN BV CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	AG AN AP AX* CA CT CY DO HE ME MH* MJ PC PK PM RO RY ST TH TU	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EP ES FR* NO PY* PZ* RY SA SO TC TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS PY* PZ* RY SA SO TC TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS PY* PZ* RY SA SO ST TH TP TU	T	AX* CP* ES* FR* HE JH JR ME MH* MJ MR NO PA PC PK PM PO PS RY SA ST TH TP TU
-2	TE	BP* CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC EL TP	TE		TE		TE	JN
	O	SO	O	BP* BV PS	O	BP* BV PG PS PT	O	BP* BV PG PS PT	O	BP* BV PG PT	O	BP* BV PG PT
-3	T	AG AN BP* BV CR CS EP NO PS SO	T	AG AN AP AX* CA CR CS CY EP NO RY SO TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EP ES* FR* NO PY* PZ* RY SA SO TC TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS PY* PZ* RY SA SO TC TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS PY* PZ* RY SA SO TC TH TY	T	AX* CA CP* CS EC EL ES* FR* NO RY SA TC TH
	TE	AX CA CT HE ME MJ PC PK	TE	CP CT ES HE ME MJ PG PK PM PT ST	TE	CT EC EL HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	TE	CT HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	TE	CT HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	TE	HE ME MJ MR PC PK PM PO ST
-4	O		O	BP*	O	BP*	O	BP*	O	BP*	O	BP*
	T	AG* AN* BP* BV* CS* EP* PS	T	AG* AN* AX* BV* CS* EP* PS	T	AG* AN* AX* BV* CP* CS* EP* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AG* AN* AX* BV* CP* CS* EP* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AG* AN* AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG SA TC*
-5	TE	AX CA SO	TE	CA CP ES PG PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT

* : l'essence présente une aptitude indéterminée ou une double aptitude. Vérifier attentivement la fiche essence afin de vous assurer d'affiner le résultat.
 ** : l'essence présente une double aptitude dont l'une est l'exclusion, vérifier d'autant plus attentivement la fiche essence. En mauve : l'essence présente une aptitude bioclimatique indéterminée.



Niveau trophique

		-3	-2	-1	0	1	2	
Niveau hydrique	5	T	CD* PS	CD* PS	CD* PA PS	CD* EC PA PS	CD* EC PA PS	CD* EC PA
		TE	BV CA CS ME PC PK RO SO	BV CA CS ME PC PK RO SO ST	BV CA CS EC ME PC PK PO RO SO ST	BV CA CS EL ME PC PK PO RO SO ST	BV CA CS EL ME PC PK PO RO SO ST TC	BV CA CS EL ME PC PK PO RO ST TC TP
	4	O		PC PK PS	PA PC PK PS	EC PA PC PK PS	EC PA PC PK	EC PA
		T	BV CD CR CS DO* PC PK PS RO SO	BV CA CD CR CS DO RO SO ST	BV CA CD CR CS DO PO RO SO ST TC	BV CA CD CR CS DO EL PO RO SO ST TC TP	BV CA CD CR CS DO EL PO PS RO SO ST TC TP	BV CA CD CS EL PC PK PO RO ST TC TP
	3	TE	CA CT HE ME	CT HE ME PM PT	CT EC EL HE ME MR PM PT TP	CT ES HE ME MR PM PT	CT ES FR HE ME MR PM PT	ES FR HE ME MR PM PT
		O	SO	BV CD CS DO PC PK PS RO SO	BV CA CD CS CT DO PA PC PK PS RO SO ST	BV CA CD CS CT DO EC EL PA PC PK PO PS RO SO ST TC TP	BV CA CD CS DO EC EL PA PC PK PO RO ST TC TP	BV CA CS EC EL PA PO RO ST TC TP
	2	T	BV CD CR CS DO* ME NO PC PK PS RO	CA CR CT ME NO PM RY ST	CR ME MR NO PM PO RY TC	CR ES ME MR NO PM RY	CR CT ES ME MR NO PM PS RY SO	CD ES ME MR NO PC PK PM RY
		TE	BP CA CT HE	BP HE PG PT	BP CP EC EL ES HE PG TP	BP CP FR HE JR PG TP	BP CP FR HE JR PG TP	BP CP FR HE JR PG TP
	1	O	SO	BV CD CR CS DO EP* HE* ME NO PC PK PS RO SO	BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME NO PA PC PK PM PS RO RY SO ST TC TP TU	BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME NO PA PC PK PM PS RO RY SO ST TC TP TU	BV CA CD CS CY DO EC EL ES HE JR ME MR NO PA PC PK PM PO RO RY SO ST TC TP	BV CA CS EC EL ES HE ME MR PA PO RO ST TC TP
		T	AG AN BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	AG AN AP CA CT CY MH* MJ PM RY ST TH TU TY	AG AN AP EL ES JH MH* MJ MR PG PO PT PZ TH TY	AG AN AP EP FR JR MH* MJ PG PT PZ TH TY	AG AN AP CP CR CT FR JR MH* MJ PG PS PT PZ SO TH	CD CP FR JH JR MH* MJ NO PC PG PK PM PT RY TH
	0	TE	BP CA CT HE	BP CP ES PG PT TC	BP CP EC FR JN TP	BP CP JN	BP JN	BP JN
		O	SO	AG AN AP BV CD CR CS DO EP* HE* ME MH* MJ NO PC PK PS RO SO TY	AG AN AP BV CD CR CS DO EP HE ME MH* MJ NO PA PC PK PM PS PT PZ RO RY SO ST TC TH TU TY	AG AN AP BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME MH* MJ MR NO PA PC PK PM PO PS PT PZ RY SO ST TC TH TU TY	AG AN AP BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE JR ME MR NO PA PC PK PM PO PS PT PZ RY SA SO ST TC TH TY	BV CA CS EC EL ES FR HE ME MH* MJ MR PA PG PO PT RO ST TC TP
	-1	T	AG AN BP BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	AX BP CA CT CY PM RY ST TH TU	AX BP CP EL FR JH JN MR PO PY	AX BP CP EP FR PY	AN AX BP CP CR CT PS PY SO	AX BP CD CP JH JR NO PC PK PM PY RY TH
		TE	CA CT HE	CP ES PG PT TC	EC SA TP	SA	SA	JN SA
	-2	O	SO	AG AN AP AX BP BV CD CR CS DO EP* HE* ME MH* MJ NO PC PK PS RO SO TY	AG AN AP AX BP BV CA CD CR CS DO EP ES HE ME MH* MJ MR NO PA PC PK PM PS PT PZ RO RY SO ST TC TH TU TY	AG AN AP AX BP BV CA CD CR CS CT CY DO EP ES HE ME MH* MJ MR NO PA PC PK PM PO PS PT PZ RY SA SO ST TC TH TY	AG AN AP AX BP BV CA CD CR CS CT CY DO EP ES FR JR ME MR NO PA PC PK PM PO PS PT PZ RY SA SO ST TC TH TY	AX BP BV CA CP CS EC EL ES FR HE ME MH* MJ MR PA PG PO PT RY SA TC
		T	AG AN BP BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	CA CT CY PM RY ST TH TU	CP EL FR JH JN PO PY SA	EP	AN CR CT PS SO	CD JH JR NO PC PK PM RY TH
	-3	TE	CA CT HE	CP ES PG PT TC	EC TP			JN
		O	SO	AG AN AP AX BP BV CD CR CS EP* MH* MJ NO PS SO TY	AG AN AP AX BP BV CA CR CS CY EP ES MH* MJ NO PM PS PT PZ RY SO TC TH	AG AN AP AX BP BV CA CR CS CY EP ES FR JH MH* MJ NO PY RY SA SO TC TH TY	AG AP AX BP BV CA CP CS CY EL ES FR JN MH* MJ NO PG PM PT PY PZ SA TH	AX BP BV CA CP CS EL ES FR MH* MJ PG PT PY SA TC
	-4	T	AG AN BP BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	CA CD CT CY DO HE ME PC PK PM RO RY ST TH TU	CD CP CT DO EL FR HE JR ME MR PA PC PK PO PY RO SA ST TP	CD CT DO EC EP HE JR ME MR PA PC PK PO RO ST TP TU	AN CD CR CT DO EC HE JR ME MR PA PC PK PO PS RO SO ST TP TU	CD EC HE JR ME MR NO PA PC PK PM PO RO RY ST TH TP
		TE	CA CT HE	CP ES PG PT TC	EC TP			JN
-5	O	SO	AX BP BV PS	AX BP BV PG PS PT PZ TH	AX BP BV CP PG PS PT PY PZ SA TH	AX BP BV CP PG PT PY PZ SA TH	AX BP BV CP PG PT PY PZ SA TH	
	T	AG AN BP BV CD CR CS EP MH* MJ NO PS SO	AG AN AP CA CR CS CY EP MH* MJ NO RY SO TH TU TY	AG AN AP CA CP CR CS CY EL EP ES FR JN MH* MJ NO PY RY SA SO TC TH TY	AG AN AP CA CR CS CY EL EP ES FR JN MH* MJ NO RY SO TC TH TY	AG AN AP CA CR CS CY EL ES FR JN MH* MJ NO PS RY SO TC TH TY	CA CS EL ES FR MH* MJ NO RY TC TH	
-6	TE	AX CA CT HE ME PC PK	CP CT ES HE ME PC PG PK PM PT ST TC	CT EC HE ME MR PC PK PM PO ST TP	CT EC HE JR ME MR PC PK PM PO ST TP	CT EC HE JR ME MR PC PK PM PO ST TP	EC HE JN JR ME MR PC PK PM PO ST TP	
	O	SO	AX BP	AX BP TH	AX BP SA TH	AX BP SA TH	AX BP SA	
-7	T	BP BV PS	BV PS TH	BV CP FR PG PS PT PY* PZ* SA	BV CP FR PG PS PT PY* PZ*	BV CP FR PG PS PT PY* PZ*	BV CP FR PG PT PY* TH	
	TE	AX CA CS MJ SO	CA CP CS ES MJ PG PT SO	CA CS EC EL ES JN MJ SO	CA CS EC EL ES JN MJ SO	CA CS EC EL ES JN MJ SO	CA CS EC EL ES JN MJ	
-8	O							
	AX BP BV	BV	AX BP	AX BP	AX BP	AX BP	AX BP	
-9	O							
	AX BP BV	BV	AX BP	AX BP	AX BP	AX BP	AX BP	

-1	O	SO	BP** BV CR CS PS SO	BP** BV CA CR CS PS PT SO TC	BP** BV CA CR CS EC EL PS PT SO TC	BP** BV CA CS EC EL PT TC	BP** BV CA CS EC EL PT TC
	T	AG AN BV CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	AG AN AP AX* CA CT CY DO EP HE ME MH* MJ NO PC PK PM RO RY ST TH TU TY	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EP ES FR* NO PG PS* PY* PZ* RY SO TC TH TY	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EP ES FR* NO PG PS* PY* PZ* RY SO TC TH TY	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PG PS* PY* PZ* RY SO TC TH TY	AX* CA CP* CR CS EC EL ES* FR* NO PG RY TC TH
-2	TE	BP* CA CT HE	CP ES PG PT TC	EC EL SA TP	SA	SA	JN SA
	O	SO	BP* BV PS	BP* BV PS PT	BP* BV PS PT	BP* BV PT	BP* BV PT
-3	T	AG AN BP* BV CR CS EP NO PS SO	AG AN AP AX* CA CR CS CY EP NO RY SO TH TY	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EP ES* FR* NO PG PS* PY* PZ* RY SO TC TH TY	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PG PS* PY* PZ* RY SO TC TH TY	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PG PS* PY* PZ* RY SO TC TH TY	AX* CA CP* CR CS EC EL ES* FR* NO PG RY TC TH
	TE	AX CA CT HE ME MJ PC PK	CP CT ES HE ME MJ PG PK PM PT ST	CT EC EL HE ME MJ MR PC PK PM PO SA ST	CT HE ME MJ MR PC PK PM PO SA ST	CT HE ME MJ MR PC PK PM PO SA ST	HE ME MJ MR PC PK PM PO SA ST
-4	O	SO	BP*	BP*	BP*	BP*	BP*
	T	AG* AN* BP* BV* CS* EP* PS	AG* AN* AX* BV* CS* EP* PS	AG* AN* AX* BV* CP* CS* EP* ES* FR* PS TC*	AG* AN* AX* BV* CP* CS* EP* ES* FR* PS TC*	AG* AN* AX* BV* CP* CS* ES* FR* PS TC*	AX* BV* CP* CS* ES* FR* TC*
-5	TE	AX CA SO	CA CP ES PG PT SO	CA PG PT SA SO	CA PG PT SA SO	CA PG PT SA SO	CA PG PT SA

* : l'essence présente une aptitude indéterminée ou une double aptitude. Vérifier attentivement la fiche essence afin de vous assurer d'affiner le résultat.
 ** : l'essence présente une double aptitude dont l'une est l'exclusion, vérifier d'autant plus attentivement la fiche essence. En mauve : l'essence présente une aptitude bioclimatique indéterminée.



Niveau trophique

		-3	-2	-1	0	1	2
5	T	CD* PS	CD* PS	CD* PA PS	CD* EC PA PS	CD* EC PA PS	CD* EC PA
	TE	BV CA CS ME PC PK SO	BV CA CS ME PC PK SO ST	BV CA CS EC ME PC PK PO SO ST	BV CA CS EL ME PC PK PO SO ST	BV CA CS EL ME PC PK PO SO ST TC TP	BV CA CS EL ME PC PK PO ST TC TP
4	O		PC PK PS	PA PC PK PS	EC PA PC PK PS	EC PA PC PK	EC PA
	T	BV CD CR CS DO* ME PC PK PS SO	BV CA CD CR CS DO ME SO ST	BV CA CD CR CS DO ME PO SO ST TC	BV CA CD CR CS DO EL ME PO SO ST TC TP	BV CA CD CR CS DO EL ME PO PS SO ST TC TP	BV CA CD CS EL ME PC PK PO ST TC TP
	TE	CA CT HE	CT HE PM PT	CT EC EL HE MR PM PT	CT ES HE MR PM PT	CT ES FR HE MR PM PT	ES FR HE MR PM PT
3	O	SO	BV CD CS DO PC PK PS SO	BV CA CD CS CT DO PA PC PK PS SO ST	BV CA CD CS CT DO EC EL PA PC PK PO PS SO ST TC TP	BV CA CD CS DO EC EL PA PC PK PO ST TC TP	BV CA CS EC EL PA PO ST TC TP
	T	AG AN BV CD CR CS DO* EP ME NO PC PK PS	AG AN CA CR CT CY EP HE ME NO PM RY ST	AG AN CR CY EP HE ME MR NO PM PO RY TC	AG AN CR CY EP ES HE ME MR NO PM RY SO	AG AN CR CT CY ES HE ME MR NO PM PS RY SO	CD ES HE ME MR NO PC PK PM RY
	TE	BP CA CT HE	BP PG PT	BP CP EC EL ES PG PT TP	BP CP FR JR PG PT	BP CP FR JR PG PT	BP CP FR JR PG PT
2	O	SO	AG AN BV CD CR CS DO EP* HE* ME NO PC PK PS SO TY	AG AN BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME NO PA PC PK PM PS RY SO ST TC TU	AG AN BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME NO PA PC PK PM PS RY SO ST TC TP TY	AG BV CA CD CS CY DO EC EL ES HE JH ME MR NO PA PC PK PM PO RY ST TC TP	BV CA CS EC EL ES HE ME MR PA PO ST TC TP
	T	AG AN BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS	AP CA CT CY MH* MJ PM RY ST TH TU	AP EL ES JH MH* MJ MR PG PO PT PZ TH	AP EP FR JR MH* MJ PZ SO TH	AN AP CP CR CT FR JR MH* MJ PG PS PT PZ SO TH	CD CP FR JH JR MH* MJ NO PC PG PK PM PT RY TH
	TE	BP CA CT HE	BP CP ES PG PT TC	BP CP EC FR JN TP	BP CP JN	BP JN	BP JN
1	O	SO	AG AN AP BV CD CR CS DO EP* HE* ME MH* MJ NO PC PK PS SO TY	AG AN BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME MH* MJ NO PA PC PK PM PS RY SO ST TC TH TU	AG AN BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME MH* MJ NO PA PC PK PM PS RY SO ST TC TP TY	AG AP BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME JH JR ME MR NO PA PC PK PM PO RY ST TC TP	BV CA CS EC EL ES FR HE ME MH* MJ MR PA PG PO PT ST TC TP
	T	AG AN BP BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS	AX BP CA CT CY EK PM RY ST TH TU	AX BP CP EK EL FR JH JN MR PO	AX BP CP EK EP FR	AN AX BP CP CR CT PS SO	AX BP CD CP JH JR NO PC PK PM RY TH
	TE	CA CT HE	CP ES PG PT TC	EC SA TP	SA	SA	JN SA
0	O	SO	AG AN AP AX BP BV CD CR CS DO EK EP* HE* ME MH* MJ NO PC PK PS SO TY	AG AN AP BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME MH* MJ NO PA PC PK PM PS RY SO ST TC TH TU	AG AN AP BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME MH* MJ NO PA PC PK PM PS RY SO ST TC TP TY	AG AP BV CA CD CR CS CT CY DO EP EL ES FR HE JH JR ME MR NO PA PC PK PM PO RY SA ST TC TP	AX BP BV CA CP CS EC EL ES FR HE MH* MJ MR PA PG PO PT SA ST TC TP
	T	AG AN BP BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS	CA CT CY PM RY ST TH TU	CP EL FR JH JN PO SA	EP	AN CR CT PS SO	CD JH JR NO PC PK PM RY TH
	TE	CA CT HE	CP ES PG PT TC	EC TP			JN
-1	O	SO	AG AN AP AX BP BV CR CS EK EP* MH* MJ NO PS SO TY	AG AN AP BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME MH* MJ NO PA PC PK PM PS RY SO ST TC TH TU	AG AN AP BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME MH* MJ NO PA PC PK PM PS RY SO ST TC TP TY	AG AP AX BP BV CA CP CS CY EL ES FR JN MH* MJ NO PG PM PT PZ RY SA TC TH	AX BP BV CA CP CS EL ES FR MH* MJ PG PT SA TC
	T	AG AN BP BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS	CA CD CT CY DO HE ME PC PK PM RY ST TH TU	CD CP CT DO EL FR HE JH JN ME MR PA PC PK PO SA ST TC TU	CD CT DO EC EP HE JH JR ME MR PA PC PK PO ST TP TU	AN CD CR CT DO EC HE JH JR ME MR PA PC PK PO PS SO ST TP TU	CD EC HE JH JR ME MR NO PA PC PK PM PO RY ST TH TP
	TE	CA CT HE	CP ES PG PT TC	EC TP			JN
-2	O		AX BP BV EK PS	AX BP BV EK PG PS PT PZ TH	AX BP BV CP EK PG PS PT PZ SA TH	AX BP BV CP PG PT PZ SA TH	AX BP BV CP PG PT SA
	T	AG AN BP BV CR CS EP MH* MJ NO PS SO	AG AN AP CA CR CS CY EP MH* MJ NO RY SO TH TU TY	AG AN AP CA CP CR CS CY EL EP ES FR JN MH* MJ NO RY SA SO TC TH TU	AG AN AP CA CR CS CY EL EP ES FR JN MH* MJ NO RY SA SO TC TP TY	AG AN AP CA CR CS CY EL ES FR JN MH* MJ NO PS RY SA SO TC TH	CA CS EL ES FR MH* MJ NO RY TC TH
	TE	AX CA CT HE ME PC PK	CP CT ES HE ME PC PG PK PM PT ST TC	CT EC HE ME MR PC PK PM PO ST TP	CT EC HE JR ME MR PC PK PM PO ST TP	CT EC HE JR ME MR PC PK PM PO ST TP	EC HE JN JR ME MR PC PK PM PO ST TP
-3	O		AX BP EK	AX BP EK TH	AX BP EK SA TH	AX BP SA TH	AX BP SA
	T	BP BV PS	BV PS TH	BV CP FR PG PS PT PZ* SA	BV CP FR PG PS PT PZ*	BV CP FR PG PS PT PZ*	BV CP FR PG PT TH
	TE	AX CA CS MJ SO	CA CP CS ES MJ PG PT SO	CA CS EC EL ES JN MJ SO	CA CS EC EL ES JN MJ SO	CA CS EC EL ES JN MJ SO	CA CS EC EL ES JN MJ
-4	O		AX BP	AX BP	AX BP	AX BP	AX BP
	TE	AX BP BV	BV	BV FR SA	BV FR SA	BV FR SA	BV FR SA

Niveau hydrique

-1	O	SO	BP** BV CR CS EK EP* NO PS SO TY	BP** BV CA CR CS CY EK EP NO PG PS PT RY SO TC TY	BP** BV CA CR CS CY EC EL NO PG PS PT RY SO TC TY	BP** BV CA CS CY EC EL NO PG PT RY TC	BP** BV CA CS EC EL PG PT TC
	T	AG AN BV CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS	AG AN AP AX* CA CT CY DO HE ME MH* MJ PC PK PM RY ST TH TU	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EK EP ES* FR* NO PZ* RY SA SO TC TH TY	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EK EL EP ES* FR* NO PZ* RY SA SO TC TH TY	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS PZ* RY SA SO TC TH	AX* CA CP* CS EC EL ES* FR* NO RY SA TC TH
	TE	BP* CA CT HE	CP ES PG PT TC	EC EL TP			JN
-2	O		BP* BV PS	BP* BV PG PS PT	BP* BV PG PS PT	BP* BV PG PT	BP* BV PG PT
	T	AG AN BP* BV CR CS EP NO PS SO	AG AN AP AX* CA CR CS CY EK EP NO RY SO TH TY	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EK EL EP ES* FR* NO PZ* RY SA SO TC TH TY	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EK EL EP ES* FR* NO PZ* RY SA SO TC TH TY	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS PZ* RY SA SO TC TH	AX* CA CP* CS EC EL ES* FR* NO RY SA TC TH
	TE	AX CA CT HE ME MJ PC PK	CP CT ES HE ME MJ PG PK PM PT ST	CT EC EL HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	CT HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	CT HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	HE ME MJ MR PC PK PM PO ST
-3	O		BP*	BP*	BP*	BP*	BP*
	T	AG* AN* BP* BV* CS* EP* PS	AG* AN* AX* BV* CS* EP* PS	AG* AN* AX* BV* CP* CS* EP* ES* FR* PG PS SA TC*	AG* AN* AX* BV* CP* CS* EP* ES* FR* PG PS SA TC*	AG* AN* AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG PS SA TC*	AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG SA TC*
	TE	AX CA SO	CA CP ES PG PT SO	CA PT SO	CA PT SO	CA PT SO	CA PT

* : l'essence présente une aptitude indéterminée ou une double aptitude. Vérifier attentivement la fiche essence afin de vous assurer d'affiner le résultat.
 ** : l'essence présente une double aptitude dont l'une est l'exclusion, vérifier d'autant plus attentivement la fiche essence. En mauve : l'essence présente une aptitude bioclimatique indéterminée.



Niveau trophique

		-3	-2	-1	0	1	2	
Niveau hydrique	5	T	PS	PS	PA PS	EC PA PS	EC PA PS	EC PA
		TE	BV CA CS ME PC PK SO	BV CA CS ME PC PK SO ST	BV CA CS EC ME PC PK PO SO ST	BV CA CS EL ME PC PK PO SO ST	BV CA CS EL ME PC PK PO SO ST TC TP	BV CA CS EL ME PC PK PO ST TC TP
	4	O		PC PK PS	PA PC PK PS	EC PA PC PK PS	EC PA PC PK	EC PA
		T	BV CR CS DO* ME PC PK PS SO	BV CA CR CS DO ME SO ST	BV CA CR CS DO ME PO SO ST TC	BV CA CR CS DO EL ME PO SO ST TC TP	BV CA CR CS DO EL ME PO PS SO ST TC TP	BV CA CS EL ME PC PK PO ST TC TP
	3	TE	CA CT HE	CT HE PM PT	CT EG EL HE MR PM PT TP	CT ES HE MR PM PT	CT ES FR HE MR PM PT	ES FR HE MR PM PT
		O	SO	BV CS DO PC PK PS SO	BV CA CS CT DO PA PC PK PS SO ST	BV CA CS CT DO EC EL PA PC PK PO PS SO ST TC TP	BV CA CS DO EC EL PA PC PK PO ST TC TP	BV CA CS EC EL PA PO ST TC TP
	2	T	AG AN BV CR CS DO* EP ME NO PC PK PS	AG AN CA CR CT CY EP HE ME NO PM RY ST	AG AN CR CY EP HE ME MR NO PM PO RY TH	AG AN CR CY EP ES HE ME MR NO PM RY TH	AG AN CR CT CY ES HE ME MR NO PM PS RY SO	ES HE ME MR NO PC PK PM RY
		TE	BP CA CT HE	BP PG PT	BP CP EC EL ES PG PT TP	BP CP FR PG PT	BP CP FR PG PT	BP CP FR PG PT
	1	O	SO	AG AN BV CR CS DO EP* HE* ME* MJ* NO PC PK PS SO TY	AG AN BV CA CR CS CT CY DO EP HE ME NO PA PC PK PM PS RY SO ST TC TP TY	AG AN BV CA CR CS CT CY DO EC EL ES HE ME MR NO PA PC PK PM PO RY SO ST TC TP TY	AG BV CA CS CY DO EC EL ES HE ME MR NO PA PC PK PM PO RY ST TC TP	BV CA CS EC EL ES HE ME MR PA PO ST TC TP
		T	AG AN BV CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS	AP CA CT CY MH* MJ PM RY ST TH	AP EL ES MH* MJ MR PG PO PT PZ TH	AP EP FR MH* MJ PG PO PT PZ TH	AN AP CP CR CT FR MH* MJ PG PS PT PZ SO TH	CP FR MH* MJ NO PC PK PM PT RY TH
	0	TE	BP CA CT HE	BP CP ES PG PT TC	BP CP EC FR TP	BP CP	BP	BP
		O	SO	AG AN AP BV CR CS DO EP* HE* ME* MJ* NO PC PK PS SO TY	AG AN AP BV CA CR CS CT CY DO EP ES HE ME MH* MJ MR NO PA PC PK PM PS RY SO ST TC TP TY	AG AN AP BV CA CR CS CT CY DO EC EL ES HE ME MR NO PA PC PK PM PO RY SO ST TC TP TY	AG AP BV CA CS CY DO EC EL ES FR HE ME MH* MJ MR NO PA PC PK PM PO PT PZ RY ST TC TH TP TY	BV CA CS EC EL ES FR HE ME MH* MJ MR PA PG PO PT ST TC TP
	-1	T	AG AN BP BV CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS	AX BP CA CT CY EK PM RY ST TH	AX BP CP EK EL FR MR PO	AX BP CP EK EP FR	AN AX BP CP CR CT PS SO	AX BP CP NO PC PK PM RY TH
		TE	CA CT HE	CP ES PG PT TC	EC SA TP	SA	SA	SA
	-2	O	SO	AG AN AP AX BP BV CR CS DO EK EP* HE* ME* MJ* NO PC PK PS SO TY	AG AN AP AX BP BV CA CR CS CT CY DO EK EP ES HE ME MH* MJ MR NO PA PC PK PM PS RY SO ST TC TH TY	AG AN AP AX BP BV CA CR CS CT CY DO EC EL ES FR HE ME MH* MJ MR NO PA PC PK PM PO RY SO ST TC TH TP TY	AG AP AX BP BV CA CP CS CY EL ES FR MH* MJ NO PG PM PT PZ RY SA TC TH	AX BP BV CA CP CS EC EL ES FR HE ME MH* MJ MR PA PG PO PT SA ST TC TP
		T	AG AN BP BV CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS	CA CT CY DO HE ME PC PK PM RY ST TH	CP CT DO EL FR HE ME MR PA PC PK PO SA TC	CT DO EC EP HE ME MR PA PC PK PO ST TP	AN CR CT PS SO	NO PC PK PM RY TH
-3	TE	CA CT HE	CP ES PG PT TC	EC TP				
	O	SO	AG AN AP AX BP BV CR CS EK EP* MH* MJ NO PS SO TY	AG AN AP AX BP BV CA CR CS CT CY EL ES FR MH* MJ NO RY SA SO TC TY	AG AN AP AX BP BV CA CR CS CT CY EL EP ES FR MH* MJ NO RY SA SO TC TY	AG AN AP CA CR CS CY EL ES FR MH* MJ NO PS RY SO TC	CA CS EL ES FR MH* MJ NO RY TC TH	
-4	T	AG AN BP BV CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS	CA CT CY DO HE ME PC PK PM RY ST TH	CP CT DO EL FR HE ME MR PA PC PK PO SA TC	CT DO EC EP HE ME MR PA PC PK PO ST TP	AN CR CT DO EC HE MR PA PC PK PO PS SO ST TP	EC HE ME MR NO PA PC PK PM PO RY ST TH TP	
	TE	CA CT HE	CP ES PG PT TC	EC TP				
-5	O		AX BP BV EK PS	AX BP BV EK PG PS PT PZ TH	AX BP BV CP EK PG PS PT PZ SA TH	AX BP BV CP PG PT PZ SA TH	AX BP BV CP PG PT SA	
	T	AG AN BP BV CR CS EP MH* MJ NO PS SO	AG AN AP CA CR CS CY EP MH* MJ NO RY SO TH TY	AG AN AP CA CP CR CS CY EL EP ES FR MH* MJ NO RY SA SO TC TY	AG AN AP CA CR CS CY EL EP ES FR MH* MJ NO RY SA SO TC TY	AG AN AP CA CR CS CY EL ES FR MH* MJ NO PS RY SO TC	CA CS EL ES FR MH* MJ NO RY TC TH	
-6	TE	AX CA CT HE ME PC PK	CP CT ES HE ME PC PG PK PM PT ST TC	CT EC HE ME MR PC PK PM PO ST TP	CT EC HE ME MR PC PK PM PO ST TP	CT EC HE ME MR PC PK PM PO ST TP	EC HE ME MR PC PK PM PO ST TP	
	O		AX BP EK	AX BP EK TH	AX BP EK SA TH	AX BP SA TH	AX BP SA	
-7	T	BP BV PS	BV PS TH	BV CP FR PG PS PT PZ* SA	BV CP FR PG PS PT PZ*	BV CP FR PG PS PT PZ*	BV CP FR PG PT TH	
	TE	AX CA CS MJ SO	CA CP CS ES MJ PG PT SO	CA CS EC EL ES MJ SO	CA CS EC EL ES MJ SO	CA CS EC EL ES MJ SO	CA CS EC EL ES MJ SO	
-8	O		AX BP	AX BP	AX BP	AX BP	AX BP	
	TE	AX BP BV	BV	BV FR SA	BV FR SA	BV FR SA	BV FR SA	

-1	O	SO	BP** BV CR CS EK EP* NO PS SO TY	BP** BV CA CR CS CY EK EP NO PG PS PT RY SO TC TY	BP** BV CA CR CS CY EC EL NO PG PS PT RY SO TC TY	BP** BV CA CS CY EC EL NO PG PT RY TC	BP** BV CA CS EC EL PG PT TC
	T	AG AN BV CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS	AG AN AP AX* CA CT CY DO HE ME MH* MJ PC PK PM RY ST TH	AG AN AP AX* CP* CT DO ES FR* HE ME MH* MJ MR PA PC PK PM PO PZ* SA ST TH	AG AN AP AX* CP* CT DO EP ES FR* HE ME MH* MJ MR PA PC PK PM PO PZ* SA ST TH	AG AN AP AX* CP* CT DO ES FR* HE ME MH* MJ MR PA PC PK PM PO PZ* SA ST TH	AX* CP* ES FR* HE ME MH* MJ MR NO PA PC PK PM PO RY SA ST TH TP
-2	TE	BP* CA CT HE	CP ES PG PT TC	EC EL TP			
	O		BP* BV PS	BP* BV PG PS PT	BP* BV PG PS PT	BP* BV PG PT	BP* BV PG PT
-3	T	AG AN BP BV CR CS EP NO PS SO	AG AN AP AX* CA CR CS CY EK EP NO RY SO TH TY	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EK EP ES* FR* NO PZ* RY SA SO TC TH TY	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EK EL EP ES* FR* NO PZ* RY SA SO TC TH TY	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS RY SA SO TC TH	AX* CA CP* CS EC EL ES* FR* NO RY SA TC TH
	TE	AX CA CT HE ME MJ PC PK	CP CT ES HE ME MJ PG PK PM PT ST	CT EC EL HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	CT HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	CP HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	HE ME MJ MR PC PK PM PO ST
-4	O		BP*	BP*	BP*	BP*	BP*
	T	AG* AN* BP* BV* CS* EP* PS	AG* AN* AX* BV* CS* EP* PS	AG* AN* AX* BV* CP* CS* EP* ES* FR* PG PS SA TC*	AG* AN* AX* BV* CP* CS* EP* ES* FR* PG PS SA TC*	AG* AN* AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG PS SA TC*	AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG SA TC*
-5	TE	AX CA SO	CA CP ES PG PT SO	CA PT SO	CA PT SO	CA PT SO	CA PT

* : l'essence présente une aptitude indéterminée ou une double aptitude. Vérifier attentivement la fiche essence afin de vous assurer d'affiner le résultat.
 ** : l'essence présente une double aptitude dont l'une est l'exclusion, vérifier d'autant plus attentivement la fiche essence. En mauve : l'essence présente une aptitude bioclimatique indéterminée.



Niveau trophique

		-3	-2	-1	0	1	2	
Niveau hydrique	5	T PS	T PS	T PS	T PS	T PS	T	
		TE BV CA CS ME SO	TE BV CA CS ME SO	TE BV CA CS ME PO SO	TE BV CA CS EL ME PO SO	TE BV CA CS EL ME PO SO TC TP	TE BV CA CS EL ME PO TC TP	
	4	O	O PS	O PS	O PS	O PS	O	O
		T BV CR CS DO* ME PS SO	T BV CA CR CS DO ME SO	T BV CA CR CS DO ME PO SO TC	T BV CA CR CS DO EL ME PO SO TC TP	T BV CA CR CS DO EL ME PO PS SO TC TP	T BV CA CR CS DO EL ME PO PS SO TC TP	T BV CA CS EL ME PO TC TP
	3	TE CA HE	TE HE PM PT	TE EL HE PM PT TP	TE ES HE PM PT	TE ES FR HE PM PT	TE ES FR HE PM PT	TE ES FR HE PM PT
		O SO	O BV CS DO PS SO	O BV CA CS DO PS SO	O BV CA CS DO EL PO PS SO TC TP	O BV CA CS DO EL PO PS SO TC TP	O BV CA CS DO EL PO TC TP	O BV CA CS EL PO TC TP
	2	T AG AN BV CR CS DO* EP ME NO PS	T AG AN CA CR CY EP HE ME NO PM	T AG AN CR CY EP HE ME NO PM PO TC	T AG AN CR CY EP ES HE ME NO PM	T AG AN CR CY ES HE ME NO PM PS SO	T ES HE ME NO PM	T ES HE ME NO PM
		TE BP CA HE	TE BP PT	TE BP CP EL ES PT TP	TE BP CP FR PT	TE BP CP FR PT	TE BP CP FR PT	TE BP CP FR PT
	1	O SO	O AG AN BV CR CS DO EP* HE* ME* NO PS SO	O AG AN BV CA CR CS CY DO EP HE ME NO PM PS SO TC TY	O AG AN BV CA CR CS CY DO EP ES HE ME NO PM PS SO TC TY	O AG AN BV CA CR CS CY DO EL ES HE ME NO PM PS SO TC TP TY	O AG BV CA CS CY DO EL ES HE ME NO PM PO TC TP	O BV CA CS EL ES HE ME PO TC TP
		T AG AN BP BV CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PS	T AP CA CY MH* MJ PM TH	T AP EL ES MH* MJ PO PT PZ TH	T AP EP FR MH* MJ PT PZ TH	T AN AP CP CR FR MH* MJ PS PT PZ SO TH	T CP FR MH* MJ NO PM PT TH	T CP FR MH* MJ NO PM PT TH
	0	TE BP CA HE	TE BP CP ES PT TC	TE BP CP FR TP	TE BP CP	TE BP	TE BP	TE BP
		O SO	O AG AN AP BV CR CS DO EP* HE* ME* MH* MJ NO PS SO TY	O AG AN AP BV CA CR CS CY DO EP ES HE ME MH* MJ NO PM PS PT PZ SO TC TH TY	O AG AN AP BV CA CR CS CY DO EP ES HE ME MH* MJ NO PM PS PT PZ SO TC TH TY	O AG AN AP BV CA CR CS CY DO EL ES FR HE ME MH* MJ NO PM PO PT PZ TC TH TP TY	O AG AP BV CA CS CY DO EL ES FR HE ME MH* MJ NO PM PO PT PZ TC TH TP	O BV CA CS EL ES FR HE ME MH* MJ PO PT TC TP
-1	T AG AN BP BV CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PS	T AX BP CA CY EK PM TH	T AX BP CP EK EL FR PO	T AX BP CP EK EP FR	T AN AX BP CP CR PS SO	T AX BP CP NO PM TH	T AX BP CP NO PM TH	
	TE CA HE	TE CP ES PT TC	TE SA TP	TE SA	TE SA	TE SA	TE SA	
-2	O SO	O AG AN AP AX BP BV CR CS DO EK EP* HE* ME* MH* MJ NO PS SO TY	O AG AN AP AX BP BV CA CR CS CY DO EP ES HE ME MH* MJ NO PM PS PT PZ SO TC TH TY	O AG AN AP AX BP BV CA CR CS CY DO EP ES FR HE ME MH* MJ NO PM PO PS PT PZ SA SO TC TH TP TY	O AG AP AX BP BV CA CP CS CY EL ES FR MH* MJ NO PM PT PZ SA TC TH TP	O AX BP BV CA CP CS EL ES FR HE ME MH* MJ PO PT SA TC TP	O AX BP BV CA CP CS EL ES FR HE ME MH* MJ PO PT SA TC TP	
	T AG AN BP BV CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PS	T CA CY PM TH	T CP EL FR PO SA	T EP	T AN CR PS SO	T NO PM TH	T NO PM TH	
-3	TE CA HE	TE CP ES PT TC	TE TP	TE	TE	TE	TE	
	O SO	O AG AN AP AX BP BV CR CS EK EP* HE* ME* MH* MJ NO PS SO TY	O AG AN AP AX BP BV CA CR CS CY EK EP ES FR MH* MJ NO PM PS PT PZ SA TC TH TP TY	O AG AN AP AX BP BV CA CR CS CY EK EL ES FR HE ME MH* MJ NO PM PO PS PT PZ SA SO TC TH TP TY	O AG AP AX BP BV CA CP CS CY EL ES FR MH* MJ NO PM PT PZ SA TC TH TP	O AX BP BV CA CP CS EL ES FR HE ME MH* MJ PT SA TC	O AX BP BV CA CP CS EL ES FR HE ME MH* MJ PT SA TC	
-4	T AG AN BP BV CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PS	T CA CY DO HE ME PM TH	T CP DO EL FR HE ME PO SA	T DO EP HE ME PO TP	T AN CR DO HE ME PO PS SO TP	T HE ME NO PM PO TH TP	T HE ME NO PM PO TH TP	
	TE CA HE	TE CP ES PT TC	TE TP	TE	TE	TE	TE	
-5	O	O AX BP BV EK PS	O AX BP BV EK PS PT PZ TH	O AX BP BV CP EK PS PT PZ SA TH	O AX BP BV CP PT PZ SA TH	O AX BP BV CP PT SA	O AX BP BV CP PT SA	
	T AG AN BP BV CR CS EP MH* MJ NO PS SO	T AG AN AP CA CR CS CY EP MH* MJ NO SO TH TY	T AG AN AP CA CP CR CS CY EL EP ES FR MH* MJ NO SA SO TC TH TY	T AG AN AP CA CR CS CY EL EP ES FR MH* MJ NO SO TC TY	T AG AN AP CA CR CS CY EL ES FR MH* MJ NO PS SO TC	T CA CS EL ES FR MH* MJ NO TC TH	T CA CS EL ES FR MH* MJ NO TC TH	
-6	TE AX CA HE ME	TE CP ES HE ME PM PT TC	TE HE ME PM PO TP	TE HE ME PM PO TP	TE HE ME PM PO TP	TE HE ME PM PO TP	TE HE ME PM PO TP	
	O	O AX BP EK	O AX BP EK TH	O AX BP EK SA TH	O AX BP SA TH	O AX BP SA	O AX BP SA	
-7	T BP BV PS	T BV PS TH	T BV CP FR PS PT PZ* SA	T BV CP FR PS PT PZ*	T BV CP FR PS PT PZ*	T BV CP FR PT TH	T BV CP FR PT TH	
	TE AX CA CS MJ SO	TE CA CP CS ES MJ PT SO	TE CA CS EL ES MJ SO	TE CA CS EL ES MJ SO	TE CA CS EL ES MJ SO	TE CA CS EL ES MJ	TE CA CS EL ES MJ	
-8	O	O AX BP	O AX BP	O AX BP	O AX BP	O AX BP	O AX BP	
	T AG AN BP BV CR CS EP NO PS SO	T AG AN AP AX* CA CR CS CY EK EP NO SO	T AG AN AP AX* CA CP CR CS CY EK EP ES* FR* NO PZ* SA SO TC TH TY	T AG AN AP AX* CA CR CS CY EL EP ES FR* NO PZ* SA SO TC TH TY	T AG AN AP AX* CA CP CR CS CY EL ES* FR* NO PS SO TC	T AX* CA CP* CS EL ES* FR* NO SA TC TH	T AX* CA CP* CS EL ES* FR* NO SA TC TH	
-9	TE AX CA HE ME MJ	TE CP ES HE ME MJ PM PT	TE EL HE ME MJ PM PO	TE HE ME MJ PM PO	TE HE ME MJ PM PO	TE HE ME MJ PM PO	TE HE ME MJ PM PO	
	O	O BP*	O BP*	O BP*	O BP*	O BP*	O BP*	
-10	T AG AN BP BV CR CS EP NO PS	T AG AN AP AX* BV* CS* EP* PS	T AG AN AP AX* BV* CP* CS* EP* ES* FR* PS SA TC*	T AG AN AP AX* BV* CP* CS* EP* ES* FR* PS SA TC*	T AG AN AP AX* BV* CP* CS* EP* ES* FR* PS SA TC*	T AX* BV* CP* CS* ES* FR* SA TC*	T AX* BV* CP* CS* ES* FR* SA TC*	
	TE AX CA SO	TE CA CP ES PT SO	TE CA PT SO	TE CA PT SO	TE CA PT SO	TE CA PT	TE CA PT	

* : l'essence présente une aptitude indéterminée ou une double aptitude. Vérifier attentivement la fiche essence afin de vous assurer d'affiner le résultat.
 ** : l'essence présente une double aptitude dont l'une est l'exclusion, vérifier d'autant plus attentivement la fiche essence. En mauve : l'essence présente une aptitude bioclimatique indéterminée.



Niveau trophique

		-3	-2	-1	0	1	2						
Niveau hydrique	5	T	CD* PS	T	CD* PS	T	CD* PA PS	T	CD* EC PA PS	T	CD* EC PA PS	T	CD* EC PA
		TE	BV CA CS ME PC PK RO SO	TE	BV CA CS ME PC PK RO SO ST	TE	BV CA CS EC ME PC PK PO RO SO ST	TE	BV CA CS EL ME PC PK PO RO SO ST	TE	BV CA CS EL ME PC PK PO RO SO ST TC	TE	BV CA CS EL ME PC PK PO RO ST TC TP
	4	O		O	PC PK PS	O	PA PC PK PS	O	EC PA PC PK PS	O	EC PA PC PK	O	EC PA
		T	BV CD CR CS DO* PC PK PS RO SO	T	BV CA CD CR CS DO RO SO ST	T	BV CA CD CR CS DO PO RO SO ST TC	T	BV CA CD CR CS DO EL PO RO SO ST TC TP	T	BV CA CD CR CS DO EL PO PS RO SO ST TC TP	T	BV CA CD CS EL PC PK PO RO ST TC TP
	3	TE	CA CT HE ME	TE	CT HE ME PM PT	TE	CT EC EL HE ME MR PM PT TP	TE	CT ES HE ME MR PM PT	TE	CT ES FR HE ME MR PM PT	TE	ES FR HE ME MR PM PT
		O	SO	O	BV CD CS DO PC PK PS RO SO	O	BV CA CD CS CT DO PA PC PK PS RO SO ST	O	BV CA CD CS CT DO EC EL PA PC PK PO PS RO SO ST TC TP	O	BV CA CD CS DO EC EL PA PC PK PO RO ST TC TP	O	BV CA CS EC EL PA PO RO ST TC TP
	2	T	BV CD CR CS DO* ME NO PC PK PS RO	T	CA CR CT ME NO PM RY ST	T	CR ME MR NO PM PO RY TC	T	CR ES ME MR NO PM RY	T	CR CT ES ME MR NO PM PS RY SO	T	CD ES ME MR NO PC PK PM RY
		TE	BP CA CT HE	TE	BP HE PG PT	TE	BP CP EC EL ES HE PG PT TP	TE	BP CP FR HE JR PG PT	TE	BP CP FR HE JR PG PT	TE	BP CP FR HE JR PG PT
	1	O	SO	O	BV CD CR CS DO EP* HE* ME NO PC PK PS RO SO	O	BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME NO PA PC PK PS RO SO ST TC TP TU	O	BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES HE ME MR NO PA PC PK PM PO PS RO RY SO ST TC TP TU	O	BV CA CD CS CY DO EC EL ES HE ME MR NO PA PC PK PM PO RO RY ST TC TP	O	BV CA CS EC EL ES HE ME MR PA PO RO ST TC TP
		T	AG AN BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	AG AN AP CA CT CY MH* MJ PM RY ST TH TU TY	T	AG AN AP EL ES JH MH* MJ MR PG PO PT PZ TH TY	T	AG AN AP EP FR JR MH* MJ PG PT PZ TH TY	T	AG AN AP CP CR CT FR JR MH* MJ PG PS PT PZ SO TH	T	CD CP FR JH JR MH* MJ NO PC PG PK PM PT RY TH
	0	TE	BP CA CT HE	TE	BP CP ES PG PT TC	TE	BP CP EC FR JN TP	TE	BP CP JN	TE	BP JN	TE	BP JN
		O	SO	O	AG AN AP BV CD CR CS DO EP* HE* ME MH* MJ NO PC PK PS RO SO TY	O	AG AN AP BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME MH* MJ NO PA PC PK PM PO PS RO RY SO ST TC TH TU	O	AG AN AP BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES HE ME MR NO PA PC PK PM PO PS PT RY SO ST TC TH TU	O	AG AN AP BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES HE ME MR NO PA PC PK PM PO PS PT RY SO ST TC TH TU	O	BV CA CS EC EL ES FR HE ME MH* MJ MR PA PG PO PT RO ST TC TP
-1	T	AG AN BP BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	AX BP CA CT CY PM RY ST TH TU	T	AX BP CP EL FR JH JN MR PO PY	T	AX BP CP EP FR PY	T	AN AX BP CP CR CT PS PY SO	T	AX BP CD CP JH JR NO PC PK PM PY RY TH	
	TE	CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC SA TP	TE	SA	TE	SA	TE	JN SA	
-2	O	SO	O	AG AN AP AX BP BV CD CR CS DO EP* HE* ME MH* MJ NO PC PK PS RO SO TY	O	AG AN AP AX BP BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME MH* MJ NO PA PC PK PM PO PS RO RY SO ST TC TH TU	O	AG AN AP AX BP BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES FR HE ME MR NO PA PC PK PM PO PS PT RY SA SO TC TH TY	O	AG AN AP AX BP BV CA CD CR CS CT CY DO EC EL ES FR HE ME MR NO PA PC PK PM PO PS PT RY SA SO TC TH TY	O	AX BP BV CA CP CS EC EL ES FR MH* MJ MR PA PG PO PT PY SA TC	
	T	AG AN BP BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	CA CT CY PM RY ST TH TU	T	CP EL FR JH JN PO PY SA	T	EP	T	AN CR CT PS SO	T	CD JH JR NO PC PK PM RY TH	
-3	TE	CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC TP	TE		TE		TE	JN	
	O	SO	O	AG AN AP AX BP BV CR CS EP* MH* MJ NO PS SO TY	O	AG AN AP AX BP BV CA CR CS CY EP ES FR JH MH* MJ NO PG PM PS PT PZ RY SO TC TH	O	AG AN AP AX BP BV CA CR CS CY EP ES FR JH MH* MJ NO PG PM PS PT PZ RY SA SO TC TH TY	O	AG AP AX BP BV CA CP CS CY EL ES FR JH MH* MJ NO PS RY SO TC TH TY	O	AX BP BV CA CP CS EL ES FR MH* MJ PG PT PY SA TC	
-4	T	AG AN BP BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	CA CD CT CY DO HE ME PC PK PM RO RY ST TH TU	T	CD CP CT DO EL FR HE JH JN ME MR PA PC PK PO PY RO SA ST TU	T	CD CT DO EC EP HE JR ME MR PA PC PK PO RO ST TP TU	T	AN CD CR CT DO EC HE JR ME MR PA PC PK PO PS RO SO ST TP TU	T	CD EC HE JR ME MR NO PA PC PK PM PO RY ST TH TP	
	TE	CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC TP	TE		TE		TE	JN	
-5	O	SO	O	AX BP BV PS	O	AX BP BV PG PS PT PZ TH	O	AX BP BV CP PG PS PT PY PZ SA TH	O	AX BP BV CP PG PT PY SA TH	O	AX BP BV CP PG PT PY SA	
	T	AG AN BP BV CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PS SO	T	AG AN AP CA CR CS CY EP MH* MJ NO RY SO TH TU TY	T	AG AN AP CA CP CR CS CY EL EP ES FR JH MH* MJ NO RY SO TC TH TY	T	AG AN AP CA CR CS CY EL EP ES FR JH MH* MJ NO RY SO TC TH TY	T	AG AN AP CA CR CS CY EL ES FR JH MH* MJ NO PS RY SO TC TH TY	T	CA CS EL ES FR MH* MJ NO RY TC TH	
-6	TE	AX CA CT HE ME PC PK	TE	CP CT ES HE ME PC PG PK PM PT ST TC	TE	CT EC HE ME MR PC PK PM PO ST TP	TE	CT EC HE JR ME MR PC PK PM PO ST TP	TE	CT EC HE JR ME MR PC PK PM PO ST TP	TE	EC HE JN JR ME MR PC PK PM PO ST TP	
	O	SO	O	AX BP	O	AX BP TH	O	AX BP SA TH	O	AX BP SA TH	O	AX BP SA	
-7	T	BP BV PS	T	BV PS TH	T	BV CP FR PG PS PT PY* PZ* SA	T	BV CP FR PG PS PT PY* PZ*	T	BV CP FR PG PS PT PY* PZ*	T	BV CP FR PG PT PY* TH	
	TE	AX CA CS MJ SO	TE	CA CP CS ES MJ PG PT SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ	
-8	O		O	AX BP	O	AX BP	O	AX BP	O	AX BP	O	AX BP	
	T	AG AN BP BV CS* EP* PS	T	AG AN* AX* BV* CS* EP* PS	T	AG AN* AX* BV* CP* CS* EP* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AG AN* AX* BV* CP* CS* EP* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AG AN* AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG SA TC*	
-9	TE	AX CA SO	TE	CA CP ES PG PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT	

-1	O	SO	O	BP** BV CR CS EP* NO PS SO TY	O	BP** BV CA CR CS CY EP NO PG PS PT RY SO TC TY	O	BP** BV CA CR CS CY EC EL NO PG PS PT RY SO TC TY	O	BP** BV CA CS CY EC EL NO PG PT RY TC	O	BP** BV CA CS EC EL PG PT TC
	T	AG AN BV CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	AG AN AP AX* CA CT CY DO HE ME MH* MJ PC PK PM RO RY ST TH TU	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EP ES FR* NO PY* PZ* RY SA SO TC TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS PY* PZ* RY SA SO TC TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS PY* PZ* RY SA SO ST TH TP TU	T	AX* CP* ES* FR* HE JH JR ME MH* MJ MR NO PA PC PK PM PO PS PO RO RY SA ST TH TP
-2	TE	BP* CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC EL TP	TE		TE		TE	JN
	O	SO	O	BP* BV PS	O	BP* BV PG PS PT	O	BP* BV PG PS PT	O	BP* BV PG PT	O	BP* BV PG PT
-3	T	AG AN BP* BV CR CS EP NO PS SO	T	AG AN AP AX* CA CR CS CY EP NO RY SO TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EP ES FR* NO PY* PZ* RY SA SO TC TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS PY* PZ* RY SA SO TC TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS PY* PZ* RY SA SO TC TH	T	AX* CA CP* CS EC EL ES* FR* NO RY SA TC TH
	TE	AX CA CT HE ME MJ PC PK	TE	CP CT ES HE ME MJ PC PG PK PM PT ST	TE	CT EC EL HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	TE	CT HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	TE	CT HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	TE	HE ME MJ MR PC PK PM PO ST
-4	O		O	BP*	O	BP*	O	BP*	O	BP*	O	BP*
	T	AG AN* BP* BV* CS* EP* PS	T	AG AN* AX* BV* CS* EP* PS	T	AG AN* AX* BV* CP* CS* EP* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AG AN* AX* BV* CP* CS* EP* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AG AN* AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG PS SA TC*	T	AX* BV* CP* CS* ES* FR* PG SA TC*
-5	TE	AX CA SO	TE	CA CP ES PG PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT

* : l'essence présente une aptitude indéterminée ou une double aptitude. Vérifier attentivement la fiche essence afin de vous assurer d'affiner le résultat.
 ** : l'essence présente une double aptitude dont l'une est l'exclusion, vérifier d'autant plus attentivement la fiche essence. En mauve : l'essence présente une aptitude bioclimatique indéterminée.



Niveau trophique

		-3	-2	-1	0	1	2						
Niveau hydrique	5	T	CD* PS	T	CD* PS	T	CD* PA PS	T	CD* EC PA PS	T	CD* EC PA PS	T	CD* EC PA
		TE	BV CA CS ME PC PK RO SO	TE	BV CA CS ME PC PK RO SO ST	TE	BV CA CS EC ME PC PK PO RO SO ST	TE	BV CA CS EL ME PC PK PO RO SO ST	TE	BV CA CS EL ME PC PK PO RO SO ST TC	TE	BV CA CS EL ME PC PK PO RO ST TC TP
	4	O		O	PC PK PS	O	PA PC PK PS	O	EC PA PC PK PS	O	EC PA PC PK	O	EC PA
		T	BV CD CR CS DO* PC PK PS RO SO	T	BV CA CD CR CS DO RO SO ST	T	BV CA CD CR CS DO PO RO SO ST TC	T	BV CA CD CR CS DO EL PO RO SO ST TC TP	T	BV CA CD CR CS DO EL PO PS RO SO ST TC TP	T	BV CA CD CS EL PC PK PO RO ST TC TP
	3	TE	CA CT HE ME	TE	CT HE ME PM PT	TE	CT EC EL HE ME MR PM PT TP	TE	CT ES HE ME MR PM PT	TE	CT ES FR HE ME MR PM PT	TE	ES FR HE ME MR PM PT
		O	SO	O	BV CD CS DO PC PK PS RO SO	O	BV CA CD CS CT DO PA PC PK PS RO SO ST	O	BV CA CD CS CT DO EC EL PA PC PK PO PS RO SO ST TC TP	O	BV CA CD CS DO EC EL PA PC PK PO RO ST TC TP	O	BV CA CS EC EL PA PO RO ST TC TP
	2	T	BV CD CR CS DO* ME NO PC PK PS RO	T	CA CR CT ME NO PM RY ST	T	CR ME MR NO PM PO RY TC	T	CR ES ME MR NO PM RY	T	CR CT ES ME MR NO PM PS RY SO	T	CD ES ME MR NO PC PK PM RY
		TE	BP CA CT HE	TE	BP HE PG PT	TE	BP CP EC EL ES HE PG PT TP	TE	BP CP FR HE JR PG PT	TE	BP CP FR HE JR PG PT	TE	BP CP FR HE JR PG PT
	1	O	SO	O	BV CD CR CS DO EP* HE* ME MH* MJ NO PC PK PS RO SO	O	BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME NO PA PC PK PS RO SO ST TC TU	O	BV CA CD CR CS CT CY DO EP HE ME NO PA PC PK PS RO SO ST TC TU	O	BV CA CD CS CY DO EC EL ES HE JR ME MR NO PA PC PK PM PO RO RY ST TC TP TU	O	BV CA CS EC EL ES HE ME MR PA PO RO ST TC TP
		T	AG AN BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	AG AN AP CA CT CY MH* MJ PM RY ST TH TU TY	T	AG AN AP EL ES JH MH* MJ PG PO PT PZ TH TY	T	AG AN AP EP FR JR MH* MJ PG PT PZ TH TY	T	AG AN AP CP CR CT FR JR MH* MJ PG PS PT PZ SO TH	T	CD CP FR JH JR MH* MJ NO PC PG PK PM PT RY TH
0	TE	BP CA CT HE	TE	BP CP ES PG PT TC	TE	BP CP EC FR JN TP	TE	BP CP JN	TE	BP JN	TE	BP JN	
	O	SO	O	AG AN AP BV CD CR CS DO EP* HE* ME MH* MJ NO PC PK PS RO SO TY	O	AG AN AP BV CD CR CS DO EP HE ME MH* MJ MR NO PA PC PK PM PO RY SO ST TC TH TU	O	AG AN AP BV CD CR CS DO EP HE ME MH* MJ MR NO PA PC PK PM PO RY SO ST TC TH TU	O	AG AN AP BV CD CR CS DO EP HE JR ME MR NO PA PC PK PM PO RY ST TC TH TP TU	O	BV CA CS EC EL ES FR HE ME MH* MJ MR PA PG PO PT RO ST TC TP	
-1	T	AG AN BP BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	AX BP CA CT CY PM RY ST TH TU	T	AX BP CP EL FR JH JN MR PO PY	T	AX BP CP EP FR PY	T	AN AX BP CP CR CT PS PY SO	T	AX BP CD CP JH JR NO PC PK PM PY RY TH	
	TE	CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC SA TP	TE	SA	TE	SA	TE	JN SA	
-2	O	SO	O	AG AN AP AX BP BV CD CR CS DO EP* HE* ME MH* MJ NO PC PK PS RO SO TY	O	AG AN AP AX BP BV CA CR CS CY EP ES FR JH JN MR NO PA PC PK PM PO RY SO ST TC TH TU	O	AG AN AP AX BP BV CA CR CS CY EP ES FR HE JR JH JR ME MR PA PC PK PO RY ST TP TU	O	AG AN AP AX BP BV CA CR CS CY EP ES FR HE JR JH JR ME MR PA PC PK PO RY ST TP TU	O	AG AP AX BP BV CA CP CS CY EL ES FR JN MH* MJ NO PG PM PT PY PZ RY SA TC	
	T	AG AN BP BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	CA CT CY PM RY ST TH TU	T	CP EL FR JH JN PO PY SA	T	EP	T	AN CR CT PS SO	T	CD JH JR NO PC PK PM RY TH	
-3	TE	CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC TP	TE		TE		TE	JN	
	O	SO	O	AG AN AP AX BP BV CR CS EP* MH* MJ NO PS SO TY	O	AG AN AP AX BP BV CA CR CS CY EP ES FR JH JN MR NO PA PC PK PM PO RY SO ST TC TH TU	O	AG AN AP AX BP BV CA CR CS CY EP ES FR HE JR JH JR ME MR PA PC PK PO RY ST TP TU	O	AG AP AX BP BV CA CP CS CY EL ES FR JN MH* MJ NO PG PM PT PY PZ RY SA TC	O	AX BP BV CA CP CS EL ES FR MH* MJ PG PT PY SA TC	
-4	T	AG AN BP BV CD CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	CA CD CT CY DO HE ME PC PK PM RO RY ST TH TU	T	CD CP CT DO EL FR HE JR JH JR ME MR PA PC PK PO RY SA ST TU	T	CD CT DO EC EP HE JR JR ME MR PA PC PK PO RO ST TP TU	T	AN CD CR CT DO EC HE JR JR ME MR PA PC PK PO PS RO SO ST TP TU	T	CD EC HE JR JR ME MR NO PA PC PK PM PO RY ST TH TP	
	TE	CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC TP	TE		TE		TE	JN	
-5	O	SO	O	AX BP BV PS	O	AX BP BV PG PS PT PZ TH	O	AX BP BV CP PG PS PT PY PZ SA TH	O	AX BP BV CP PG PT PY SA TH	O	AX BP BV CP PG PT PY SA	
	T	AG AN BP BV CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PS SO	T	AG AN AP CA CR CS CY EP MH* MJ NO RY SO TH TU TY	T	AG AN AP CA CP CR CS CY EL EP ES FR JN MH* MJ NO RY SO TC TU TY	T	AG AN AP CA CR CS CY EL EP ES FR JN MH* MJ NO RY SO TC TU TY	T	AG AN AP CA CR CS CY EL ES FR JN MH* MJ NO PS RY SO TC TU TY	T	CA CS EL ES FR MH* MJ NO RY TC TH	
-6	TE	AX CA CT HE ME PC PK	TE	CP CT ES HE ME PC PG PK PM PT ST TC	TE	CT EC HE ME MR PC PK PM PO ST TP	TE	CT EC HE JR ME MR PC PK PM PO ST TP	TE	CT EC HE JR ME MR PC PK PM PO ST TP	TE	EC HE JN JR ME MR PC PK PM PO ST TP	
	O	SO	O	AX BP	O	AX BP TH	O	AX BP SA TH	O	AX BP SA TH	O	AX BP SA	
-7	T	BP BV PS	T	BV PS TH	T	BV CP FR PG PS PT PY* PZ* SA	T	BV CP FR PG PS PT PY* PZ*	T	BV CP FR PG PS PT PY* PZ*	T	BV CP FR PG PT PY* TH	
	TE	AX CA CS MJ SO	TE	CA CP CS ES MJ PG PT SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ SO	TE	CA CS EC EL ES JN MJ	
-8	O		O	AX BP	O	AX BP	O	AX BP	O	AX BP	O	AX BP	
	T	AG AN BP BV CR CS DO* EP PS	T	AG AN AX* BV* CS* EP PS	T	AG AN AX* BV* CP* CS* EP ES FR* PG PS SA TC*	T	AG AN AX* BV* CP* CS* EP ES FR* PG PS SA TC*	T	AG AN AX* BV* CP* CS* ES FR* PG PS SA TC*	T	AX* BV* CP* CS* ES FR* PG SA TC*	
-9	TE	AX CA SO	TE	CA CP ES PG PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT	

-1	O	SO	O	BP** BV CR CS EP* NO PS SO TY	O	BP** BV CA CR CS CY EP NO PG PS PT RY SO TC TY	O	BP** BV CA CR CS CY EC EL NO PG PS PT RY SO TC TY	O	BP** BV CA CS CY EC EL NO PG PT RY TC	O	BP** BV CA CS EC EL PG PT TC
	T	AG AN BV CR CS DO* EP ME MH* MJ NO PC PK PS RO	T	AG AN AP AX* CA CT CY DO HE ME MH* MJ PC PK PM RO RY ST TH TU	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EP ES FR* NO PY* PZ* RY SA SO TC TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS* PZ* RY SA SO TC TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS* PZ* RY SA SO ST TH TP TU	T	AX* CP* ES FR* HE JR JR ME MH* MJ MR NO PA PC PK PM PO PS RO RY SA ST TH TP
-2	TE	BP* CA CT HE	TE	CP ES PG PT TC	TE	EC EL TP	TE		TE		TE	JN
	O	SO	O	BP* BV PS	O	BP* BV PG PS PT	O	BP* BV PG PS PT	O	BP* BV PG PT	O	BP* BV PG PT
-3	T	AG AN BP* BV CR CS EP NO PS SO	T	AG AN AP AX* CA CR CS CY EP NO RY SO TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS* PZ* RY SA SO TC TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS* PZ* RY SA SO TC TH TY	T	AG AN AP AX* CA CP* CR CS CY EC EL ES* FR* NO PS* PZ* RY SA SO TC TH TY	T	AX* CA CP* CS EC EL ES* FR* NO RY SA TC TH
	TE	AX CA CT HE ME MJ PC PK	TE	CP CT ES HE ME MJ PG PK PM PT ST	TE	CT EC EL HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	TE	CT HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	TE	CT HE ME MJ MR PC PK PM PO ST	TE	HE ME MJ MR PC PK PM PO ST
-4	O		O	BP*	O	BP*	O	BP*	O	BP*	O	BP*
	T	AG AN BP* BV CR CS EP* PS	T	AG AN AX* BV* CS* EP PS	T	AG AN AX* BV* CP* CS* EP ES FR* PG PS SA TC*	T	AG AN AX* BV* CP* CS* EP ES FR* PG PS SA TC*	T	AG AN AX* BV* CP* CS* ES FR* PG PS SA TC*	T	AX* BV* CP* CS* ES FR* PG SA TC*
-5	TE	AX CA SO	TE	CA CP ES PG PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT SO	TE	CA PT

* : l'essence présente une aptitude indéterminée ou une double aptitude. Vérifier attentivement la fiche essence afin de vous assurer d'affiner le résultat.
 ** : l'essence présente une double aptitude dont l'une est l'exclusion, vérifier d'autant plus attentivement la fiche essence. En mauve : l'essence présente une aptitude bioclimatique indéterminée.



FICHES ESSENCES
DE **FICHIERECOLOGIQUE.BE**





Sapin de Vancouver

Grosse Küstentanne^{DE}, Reuzenzilverspar^{NL}, Grand fir^{EN}

Abies grandis Lindl.

SAPIN DE
VANCOUVER

1 Résumé

1.1 Atouts

- Peu sensible aux **grands froids**, aux **gelées** tardives et précoces, à la **neige** et au **givre**. De ce fait, très adapté au contexte ardennais.
- **Productivité** très élevée.
- Peu exigeant vis-à-vis de la **richesse minérale** du sol, ne craint pas les contextes acides.
- Fructification abondante permettant d'obtenir une **régénération naturelle** assez facilement.

1.2 Limites

- **Exigeant en eau**, il nécessite une bonne alimentation du sol et une hygrométrie de l'air importante. 😞
- **Calcarifuge**.
- Système racinaire sensible à la **compacité**.
- Propriétés mécaniques ne permettant pas une **valorisation en structure** (amplifié si la largeur de cernes est élevée).
- Très sensible à l'**abrouissement** par la faune sauvage, ainsi qu'à la frotture.
- Essence à risque dans le contexte des **changements climatiques**. 😞

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Originaire d'Amérique du Nord, le sapin de Vancouver se retrouve dans deux zones distinctes. D'une part sur la côte Pacifique de la Colombie-Britannique jusqu'au nord-ouest de la Californie sous un climat océanique et d'autre part à l'intérieur des terres sur les hauts plateaux de l'Idaho et du Montana sous un climat montagnard à tendance continentale.

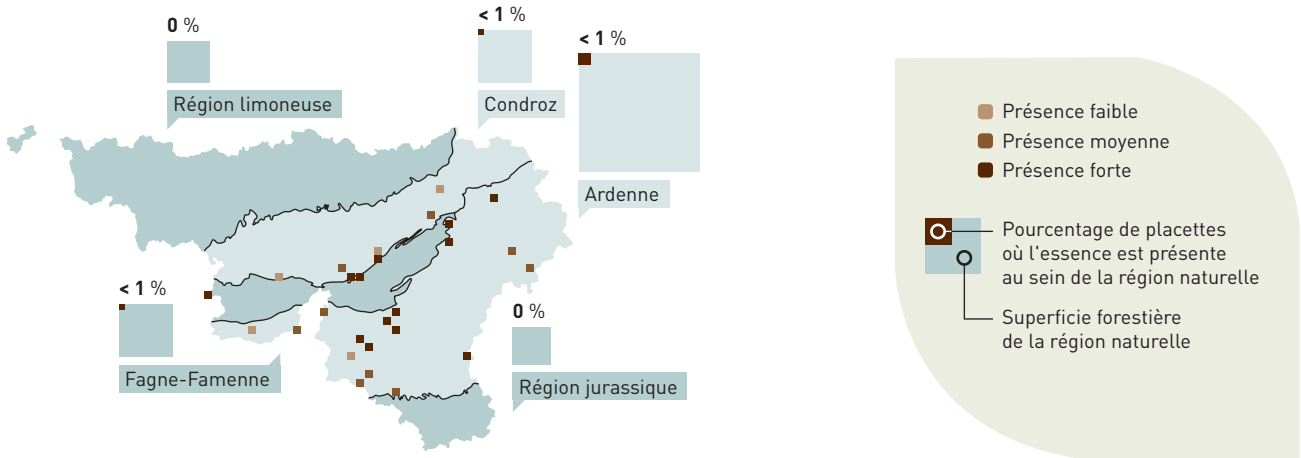
Son introduction dans les parcs européens date du début du 19^{ème} siècle.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Peu présent en Wallonie, le sapin de Vancouver se retrouve dans moins de 1 % des forêts. Dans un tiers des cas, le sapin de Vancouver se retrouve en peuplements mélangés dans lesquels l'espèce principale est l'Epicéa commun.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : 6 à 10 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -25 °C / max. 40 °C



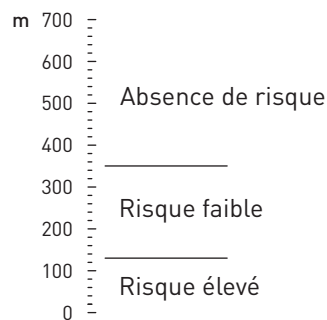
Précipitations annuelles totales : min. 850 mm



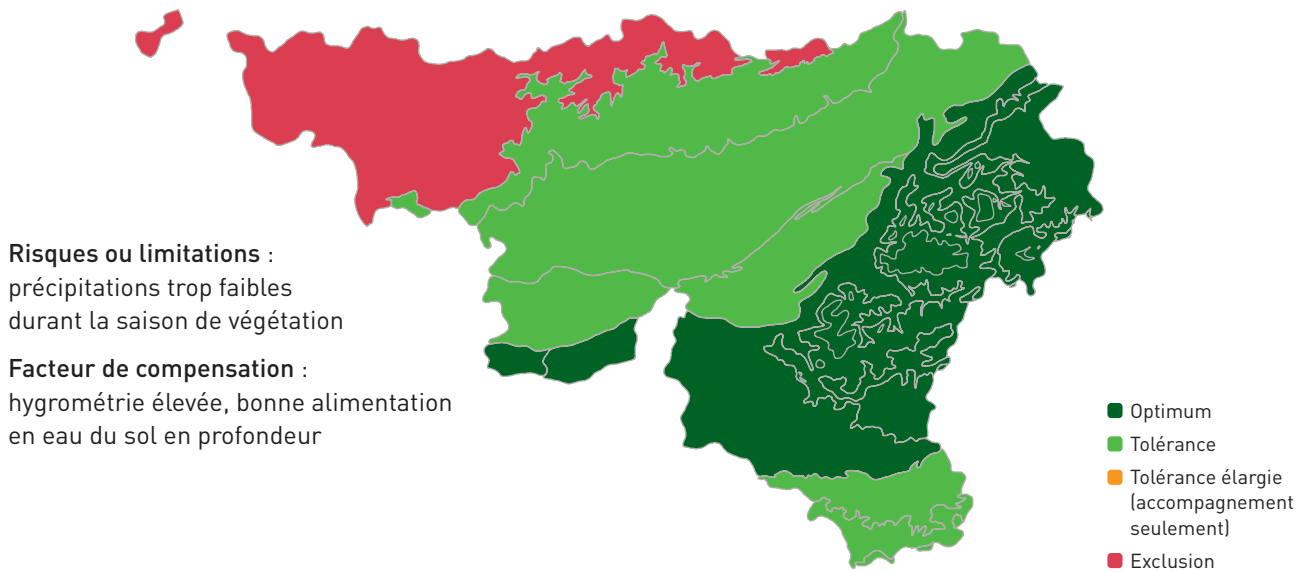
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

Jusque 350 m, cette essence souffre d'un manque de précipitations durant la saison de végétation



3.3 Sensibilités climatiques particulières

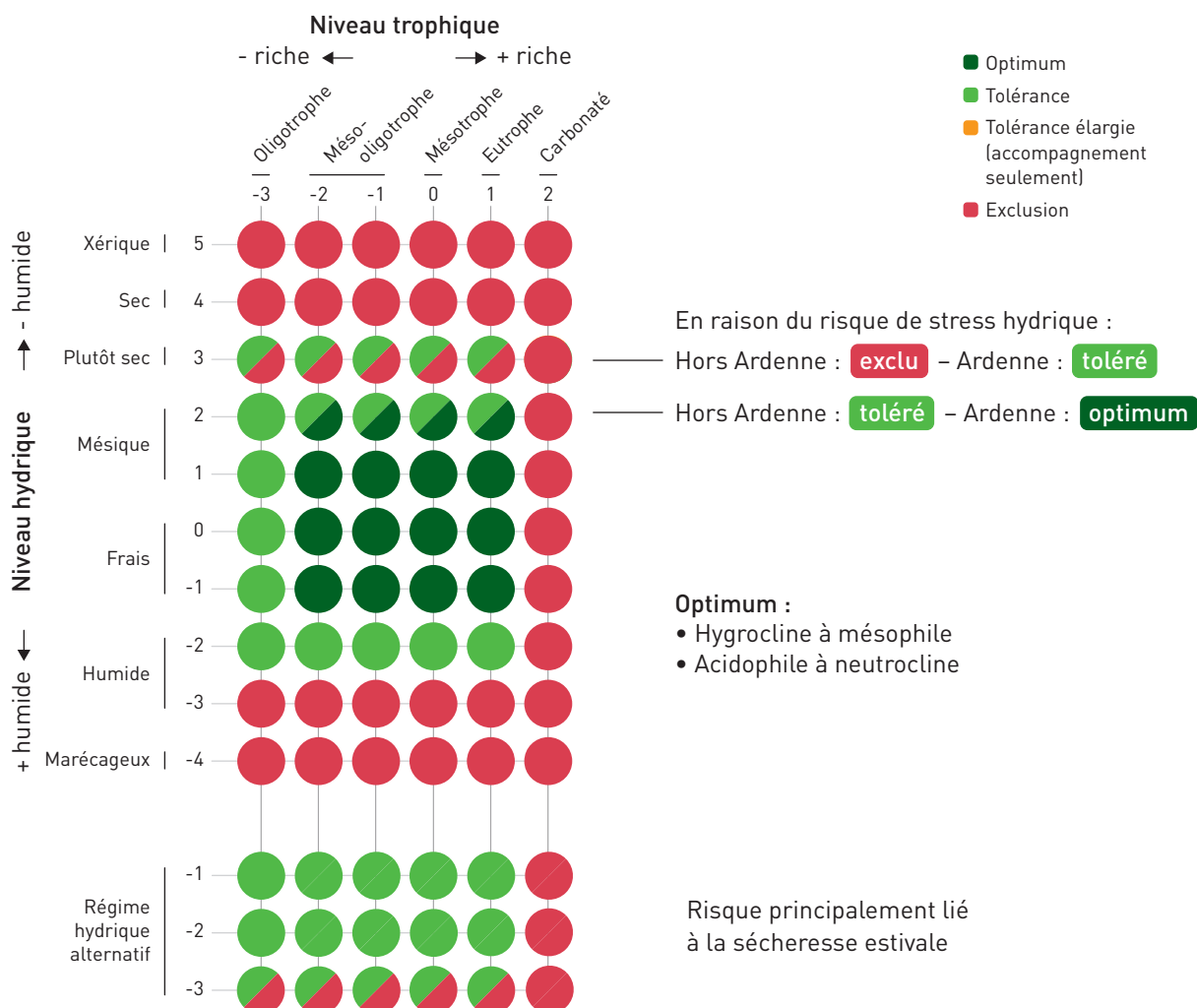


Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	S	
Adulte	S	
Canicule		
Juvenile	S	
Adulte	S	
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **sensible**

(diagnostics complémentaires : test HCl sur terre fine et mesure du pH)

Acidité : **peu sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique: ● Profil g ou pH < 3,8	-3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			Relevé floristique
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f, i	-4 -3		Aucun	Régime hydrique effectif
Sol modérément humide ● Drainage e, h	-2	Précipitations élevées (Ardenne) Texture lourde (E, U) Sol compact	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	Sondage pédologique

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible**

Risque principalement lié à l'assèchement estival.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i ● Drainage h	-3 RHA -2 RHA	Sol peu profond : phases 2 ou 3 Sol ou horizon compact à faible profondeur : • Contexte schisto-argileux de Famenne • « Argiles blanches »* (familles de sigles Ghx et Gix) • Horizon argileux • Fragipan	Sol meuble et/ou bien structuré Précipitations élevées (Ardenne)	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité
● Drainage d	-1 RHA		Apport d'eau locaux importants (microtopographie)	Test de structure (sols argileux)

(*) se référer à la fiche « Sols à argiles blanches », Typologie et aptitudes stationnelles (Timal et al. 2012).

Déficit hydrique : très sensible 😞

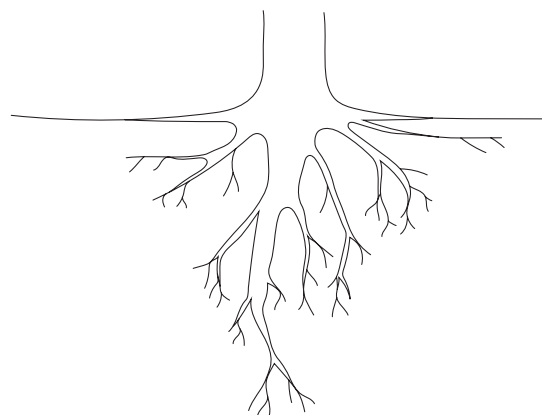
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5			
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Aucun	Position topographique
● Sol sec à xérique	4-5		Aucun	Sondage pédologique profond
● ● Sol mésique à plutôt sec	2-3	Précipitations faibles (hors Ardenne) Sol compact Versant chaud (essence de climat océanique)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne) Présence d'argile en profondeur : substrat u, développement de profil a et pour texture L, A et E, variante de matériau parental meuble Y Hygrométrie élevée (versant froid, fond de vallée encaissée)	Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Pivotant à oblique
- Profond et puissant 😊

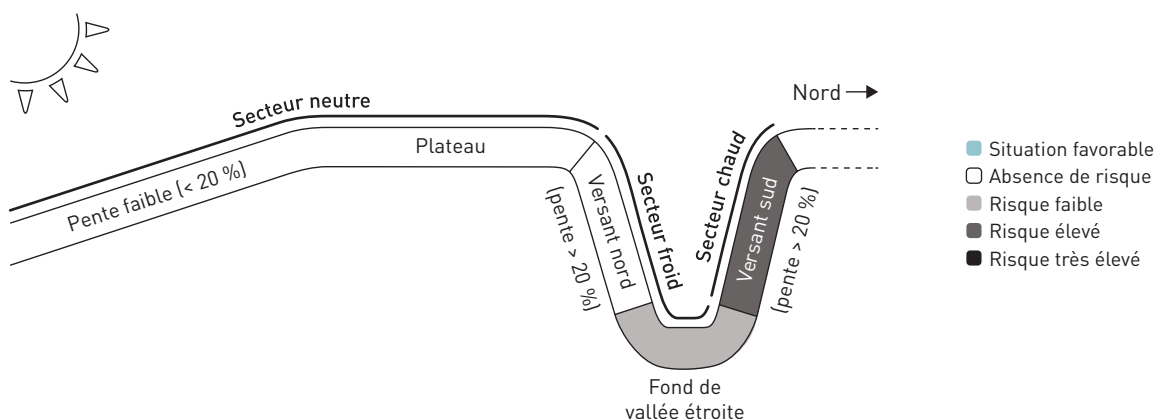


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **sensible**
- Compacité du sol : **très sensible** 😞

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable Test de structure (sols argileux) Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis
Substrat u		u apparaissant en profondeur (>70 à 80 cm)	
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	

4.4 Effets des microclimats topographiques



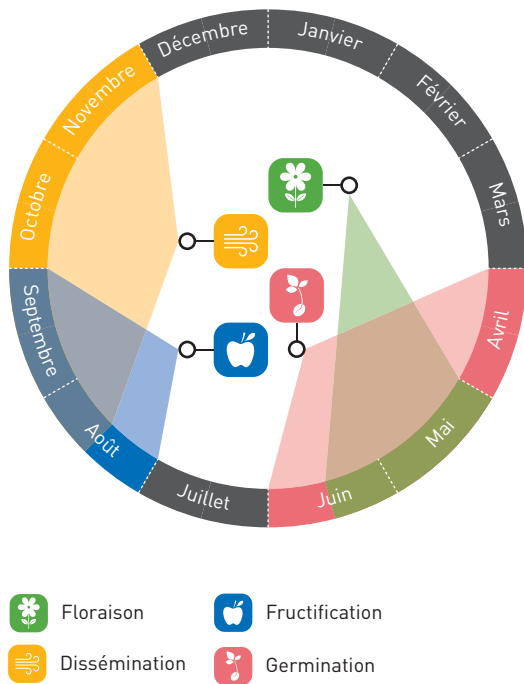
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Gelées tardives.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Risque de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : persistant

Régénération sexuée



Régénération asexuée

Pas de régénération asexuée en conditions naturelles.

Maturité sexuelle : **25 ans**.

Type de fleurs : **unisexuées**.

Localisation entre individus : **monoïque**.

Pollinisation : **anémogamie**.

Type de fruit : **cône (contenant les graines ailées)**.

Fréquence des fructifications : **3 à 5 ans**.

Mode de dissémination : **anémochorie**.

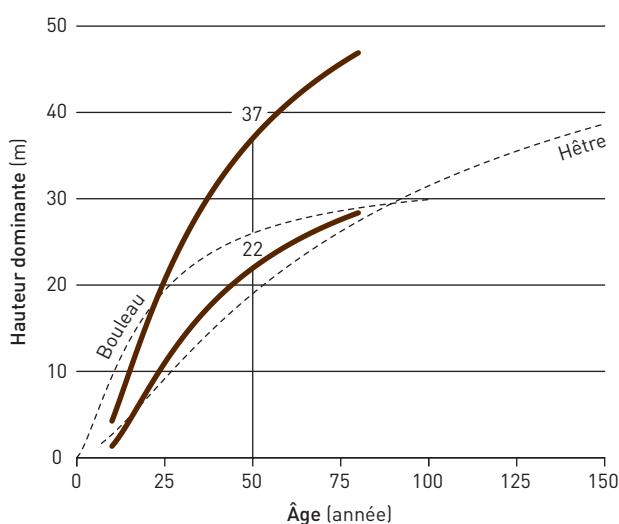
Les graines sont intermédiaires et elles ont une dormance légère.

Les graines doivent être séchées et conservées au congélateur (température de -15°C).

La dormance se lève par un froid humide (3°C) de 4-6 semaines.

En conditions naturelles, c'est l'hiver qui assure la levée de dormance pour une germination au printemps.

5.2 Croissance et productivité



Croissance : moyennement précoce, moyennement rapide et moyennement soutenue.

Hauteur à maturité : plus de 50 mètres en bonne station (jusqu'à 80 mètres dans son aire d'origine).

Productivité (AMV) : 12 à 30 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{an}$ vers 55 ans (hautement productif).

Longévité : un peu plus de 100 ans en arboretum et plus de 300 ans dans son aire d'origine.

Exploitabilité : 50 à 70 ans (avant l'apparition de pourriture du tronc et des racines).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

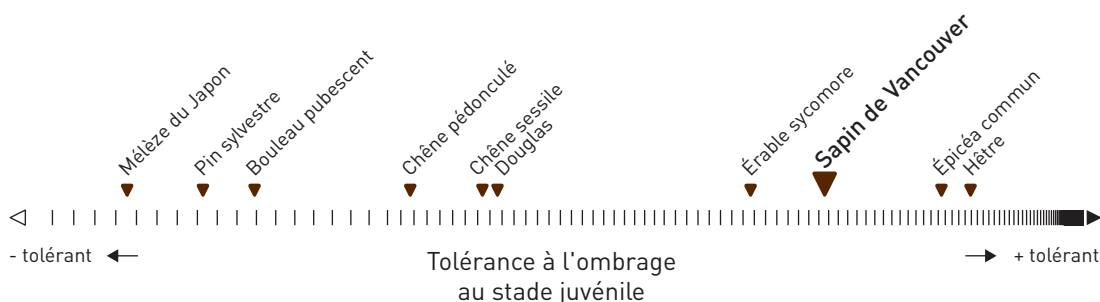
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Essence tolérante à l'ombrage.
Supporte une intensité lumineuse faible mais réagit très bien à la mise en lumière en terme de croissance.

Stade adulte

Tolère l'ombrage, supporte une mise en lumière brutale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Diminution de la croissance
Mise en lumière brutale	

5.4 Précautions à l'installation

Tant en plantation qu'en régénération naturelle, prévoir une protection contre la grande faune.

Plantation

- Préférer la plantation au printemps (éviter le froid d'hiver après son installation).
- Bien gérer la concurrence.

En régénération naturelle

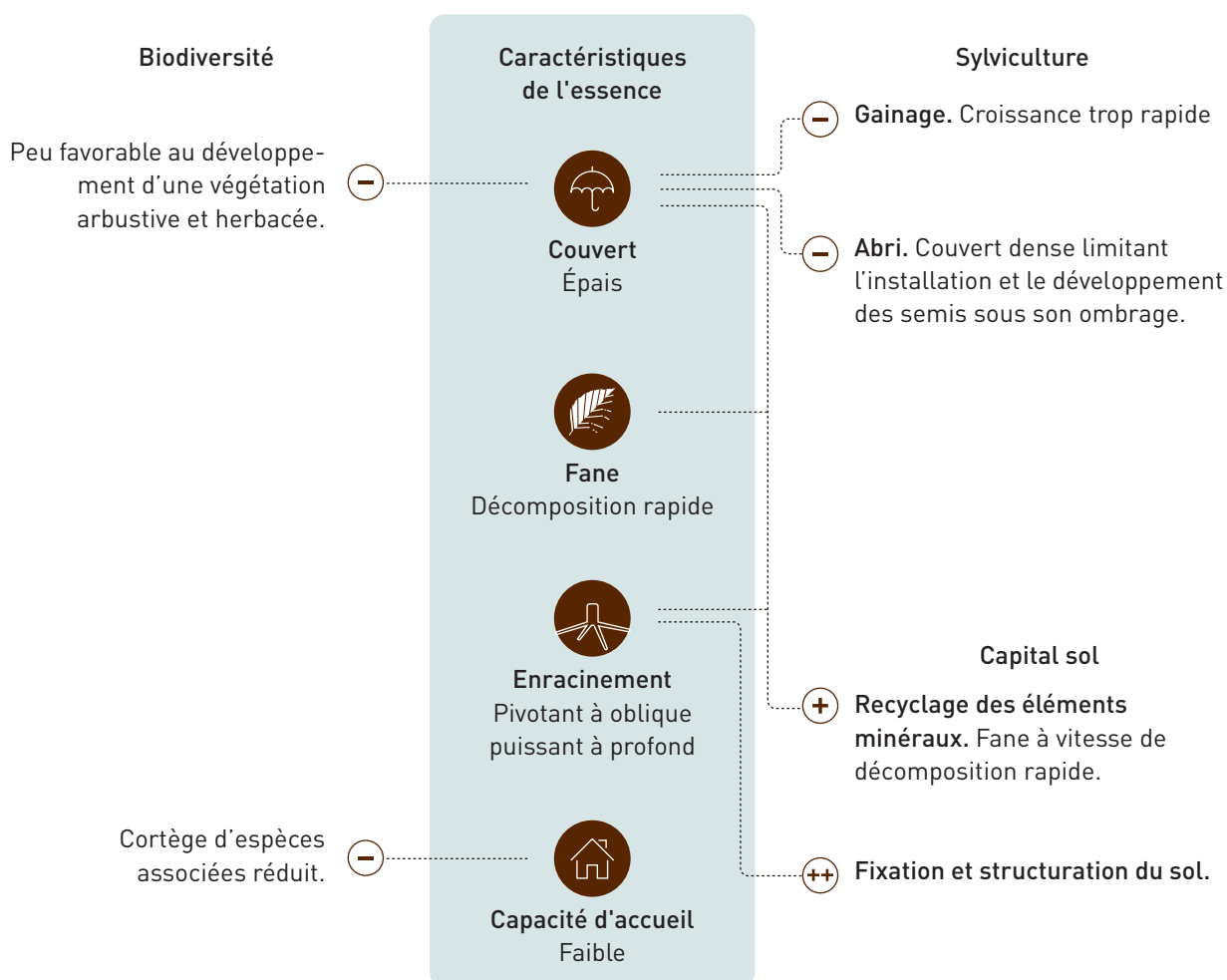
- Espèce supportant le couvert mais dont la croissance se voit améliorée par une mise en lumière pour autant que l'alimentation en eau soit suffisante.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Fentes de sécheresse	Sécheresse	
Pourriture du tronc	Armillaire	Exploitation à 50-70 ans

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Forte	
Écorcement	Moyenne	
Frottage	Forte	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux



Pathogènes

Le chaudron ou dorge du sapin

Melampsorella caryophyllacearum

Site d'attaque : tronc et branches.

Symptômes et dégâts : renflement du tronc ou des branches avec profondes crevasses, balais de sorcière.

Conditions : stations humides à stellaire (hôte alternant).

Caractère : primaire – moyennement fréquent.

Risque : dispersion des spores par voie aérienne (hôte alternant : Caryophyllacées), le chancre est une porte d'entrée pour des champignons lignivores.

Conséquence : perte de valeur commerciale du bois.

Le cœur rouge (ou *fomes* ou maladie du rond)

Heterobasidion annosum sensu lato

Site d'attaque : racines, tronc.

Symptômes et dégâts : pourriture rouge du cœur et des racines, dépérissement.

Conditions : contamination des souches lors d'éclaircies.

Caractère : primaire - fréquent.

Risque : propagation aux arbres voisins par contact racinaire.

Conséquence : perte de la valeur commerciale, risque de mortalité à l'échelle du peuplement.

L'armillaire

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire-fréquent-généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Problématiques émergentes

Le chancre à *Neonectria*

Neonectria neomacrospora

Site d'attaque : rameaux, tronc.

Symptômes et dégâts : chancre sur rameaux ou tronc, mortalité de parties situées au-delà du chancre, écoulements de résine, fructifications (amas rougeâtres) sur parties mortes.

Conditions : -

Caractère : primaire - rare.

Risque : -

Conséquence : mortalité.

**Insectes****Chermès du tronc du sapin***Adelges (Dreyfusia) piceae*

Site d'attaque : surface du tronc et des grosses branches.

Symptômes et dégâts : colonies d'insectes couverts de filaments cireux blancs, sur le tronc et des grosses branches, souvent : écoulements de résine.

Conditions : peuplements adultes.

Caractère : primaire.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : nécroses corticales locales, à terme : mort.

Hylobe*Hylobius abietis*

Site d'attaque : écorce, collet.

Symptômes et dégâts : Au printemps, morsures à la base de la tige des jeunes plants.

Conditions : coupe à blanc de résineux et reboisement rapide (1-2 ans après la coupe).

Caractère : primaire, récurrent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort des jeunes plants.

Scolyte liseré*Trypodendron lineatum*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : trous de pénétration, sciure blanche, taches sombres dans l'aubier.

Conditions : arbres morts ou mourants.

Caractère : secondaire. Fréquent.

Parfois dommageable au bois.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Également:**Chermès des rameaux du sapin***Adelges nordmannianiae***Curvidenté***Pityokteines curvidens***Pissode du sapin***Pissodes piceae***Remarque**

Combinaisons chermès-pissode-curvidenté = mortalités observées en France dans les années 1990.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		
Utilisations extérieures		
Utilisations intérieures	✓	Contreplaqués
Usages spécifiques	✓	Papeterie, palette, coffrage, sapin de Noël, tournerie, génie hydraulique

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☹️

Nécessitant un climat doux, le sapin de Vancouver présente néanmoins des besoins en eau importants. Les stations sujettes à la sécheresse sont à rejeter d'emblée dans le contexte du réchauffement climatique.

9 Références majeures

- Masson, G. (2005). **Autécologie des essences forestières**. Lavoisier, Paris
- Foiles M., Graham R., Olson D. *Abies grandis* (Dougl. ex D. Don) Lindl. Grand Fir. in Burns, R.M. and Honkala, B.H. (1990). **Silvics of North America: 1. Conifers; 2. Hardwoods. Agriculture handbook 654**. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC





Sapin noble

Edeltanne^{DE}, Edele Zilverspar^{NL}, Noble Fir^{EN}

Abies procera Rehd.

SAPIN NOBLE

1 Résumé

1.1 Atouts

- Peu sensible aux **grands froids**, aux **gelées** tardives et précoces, à la **neige** et au **givre**. De ce fait très adapté au contexte ardennais.
- **Enracinement** profond et étendu. Bonne tolérance à la compacité et bon fixateur de sol. 😊
- **Productivité** élevée.
- Peu exigeant vis-à-vis de la **richesse minérale** du sol, ne craint pas les contextes acides.

1.2 Limites

- **Peu d'expérience sur cette espèce en Wallonie**, et donc connaissances lacunaires.
- Sensible à la **sécheresse**.
- **Calcarifuge**.
- **Croissance juvénile** lente, sensible à la concurrence végétale en phase d'installation.
- Très sensible à l'**abrutissement** par la faune sauvage.
- Essence à risque dans le contexte des **changements climatiques**. 😞

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Le sapin noble se retrouve dans les montagnes des états de l'Oregon et de Washington aux USA entre la rivière McKenzie et le col Stevens (entre les latitudes 44 et 48°N). Il est principalement présent dans la chaîne montagneuse des Cascades et plus particulièrement sur les pentes ouest et le long de la crête.

Des populations isolées sont également retrouvées sur certains sommets le long de la côte de l'Oregon et dans la chaîne montagneuse de Willapa Hills dans le sud-ouest de l'état de Washington.

L'espèce a été introduite en Belgique à partir de la fin du 19^e siècle dans différents arboretums.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

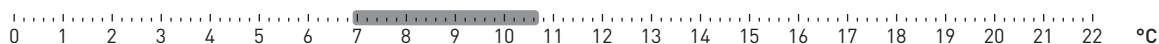
Il n'est présent dans aucune unité d'échantillonnage de l'Inventaire permanent des ressources forestières de Wallonie.

3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : pas d'informations

■ Aire de l'essence
■ Wallonie



Températures minimale et maximale absolues : min. -27 °C / max. 38 °C



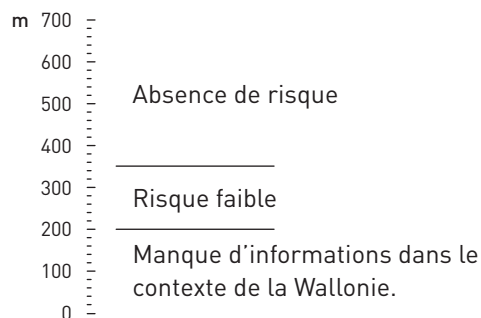
Précipitations annuelles totales : pas d'informations



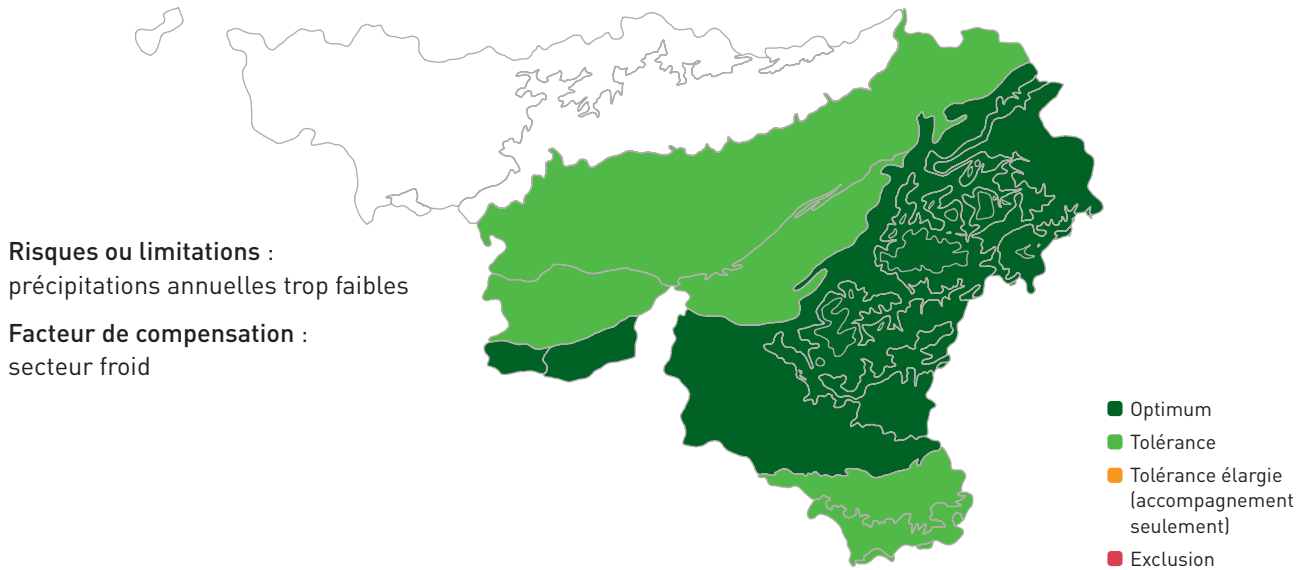
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

Jusqu'à 350 m d'altitude, cette essence souffre d'un manque de précipitations annuelles.



3.3 Sensibilités climatiques particulières



Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvénile	PS	
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvénile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvénile	S	Le sapin noble est plus sensible à la sécheresse que le sapin de Vancouver
Adulte	S	
Canicule		
Juvénile	S	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvénile	PS	Houppier étroit entraînant une faible prise au vent et à la neige
Adulte	PS	
Vent		
Juvénile	PS	
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **sensible**

(diagnostics complémentaires : test HCl sur terre fine et mesure du pH)

Acidité : **peu sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique: ● Profil g ou pH < 3,8	-3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Stations en tolérance : incapacité d'enracinement

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			Relevé floristique
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f, i	-4 -3		Aucun	Régime hydrique effectif
Sol modérément humide ● Drainage e, h	-2	Précipitations élevées (Ardenne)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	Sondage pédologique

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible**

Risque principalement lié à l'assèchement estival

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA	« Argiles blanches »* (famille des sigles Ghx et Gix) Contexte schisto-argileux de Famenne Sol peu profond : phases 2 ou 3	Apport d'eau locaux importants (microtopographie)	Régime hydrique effectif
● Drainage h	-2 RHA		Précipitations élevées (Ardenne)	Contexte lithologique Test de texture Test de compacité
● Drainage d	-1 RHA		Sol profond Sol meuble et/ou bien structuré	Test de structure (sols argileux)

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).

Déficit hydrique : très sensible 😞

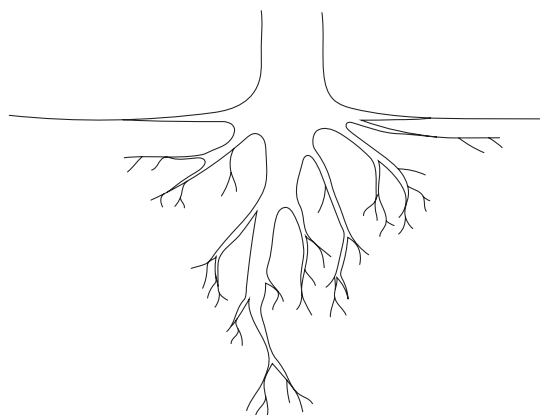
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5			Position topographique
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Aucun	
● Sol sec à xérique	4-5		Aucun	
● ● Sol mésique à plutôt sec	2-3	Précipitations faibles (hors Ardenne) Versant chaud (essence montagnarde)	Socle rocheux fissuré Hygrométrie élevée (versant froid) Précipitations élevées (Ardenne) Présence d'argile en profondeur : substrat u, développement de profil a et pour texture L, A et E, variante de matériau parental meuble Y	Sondage pédologique profond Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

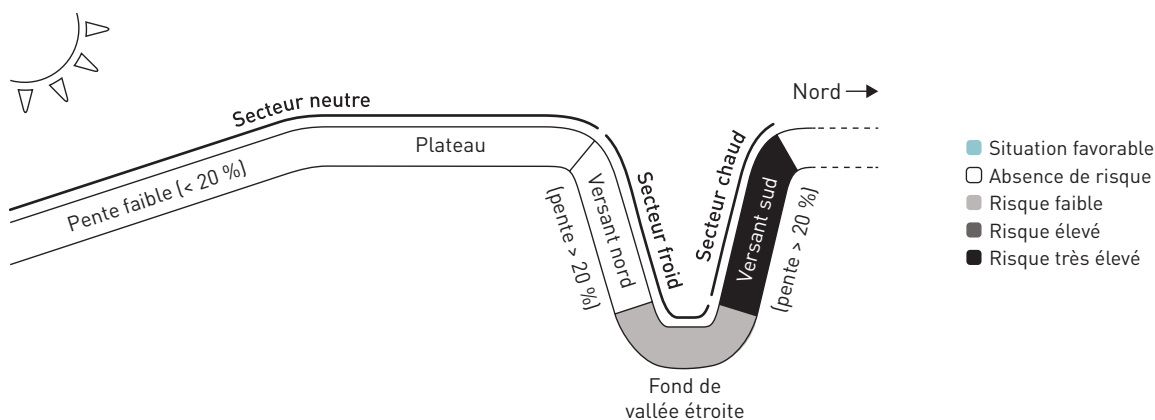
- Pivotant
- Profond 😊



Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **sensible**
- Compacité du sol : **peu sensible**

4.4 Effets des microclimats topographiques



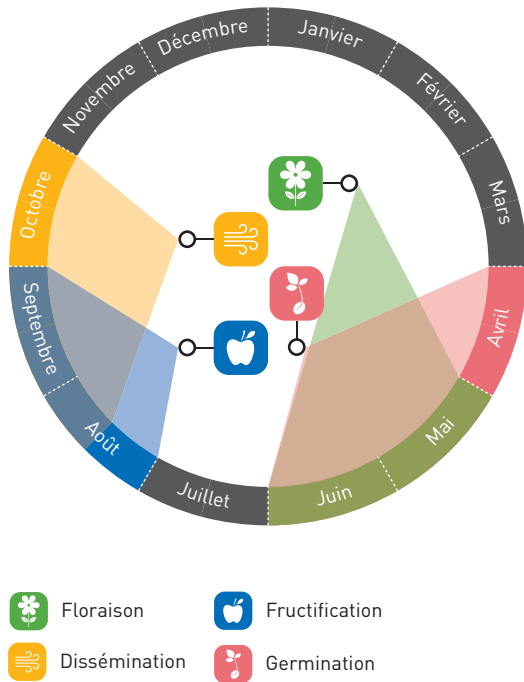
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Fond de vallée étroite	<input type="checkbox"/> Risque faible. Gelées tardives.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Risque important de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : persistant

Régénération sexuée



Régénération asexuée

Pas de régénération asexuée en conditions naturelles.

Maturité sexuelle : **45-50 ans**.

Type de fleurs : **unisexuées**.

Localisation entre individus : **monoïque**.

Pollinisation : **anémogamie**.

Type de fruit : **cône (contenant les graines ailées)**

Fréquence des fructifications : **3 à 6 ans**.

Mode de dissémination : **anémochorie**.

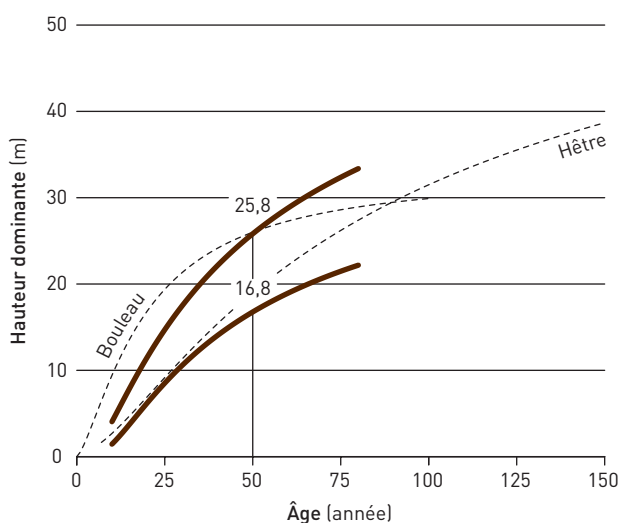
Les graines sont intermédiaires et elles ont une dormance légère.

Les graines doivent être séchées et conservées au congélateur (température de -15°C).

La dormance se lève par un froid humide (3°C) de 4-6 semaines.

En conditions naturelles, c'est l'hiver qui assure la levée de dormance pour une germination au printemps.

5.2 Croissance et productivité



Croissance : moyennement précoce, moyennement rapide et soutenue.

Hauteur à maturité : 30 à 35 m (jusqu'à 85 à 90 m dans son aire d'origine).

Productivité (AMV $\text{m}^3/\text{ha}/\text{an}$) : 10 à 22 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{an}$ vers 70 ans (hautement productif).

Longévité : 250 à 300 ans.

Exploitabilité : 80 à 100 ans (avant l'apparition de fentes de sécheresse).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

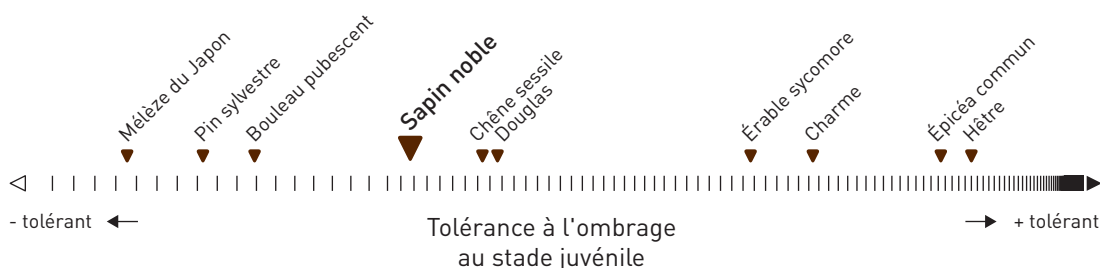
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Faible tolérance à l'ombrage.
Supporte temporairement un couvert supérieur léger.

Stade adulte

Ne supporte pas le couvert supérieur mais tolère la pression latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Diminution de croissance et mortalité
Mise en lumière brutale	Aucun

5.4 Précautions à l'installation

De par sa faible croissance juvénile, aussi bien en plantation qu'en régénération naturelle, bien contrôler la concurrence.

Régénération naturelle :

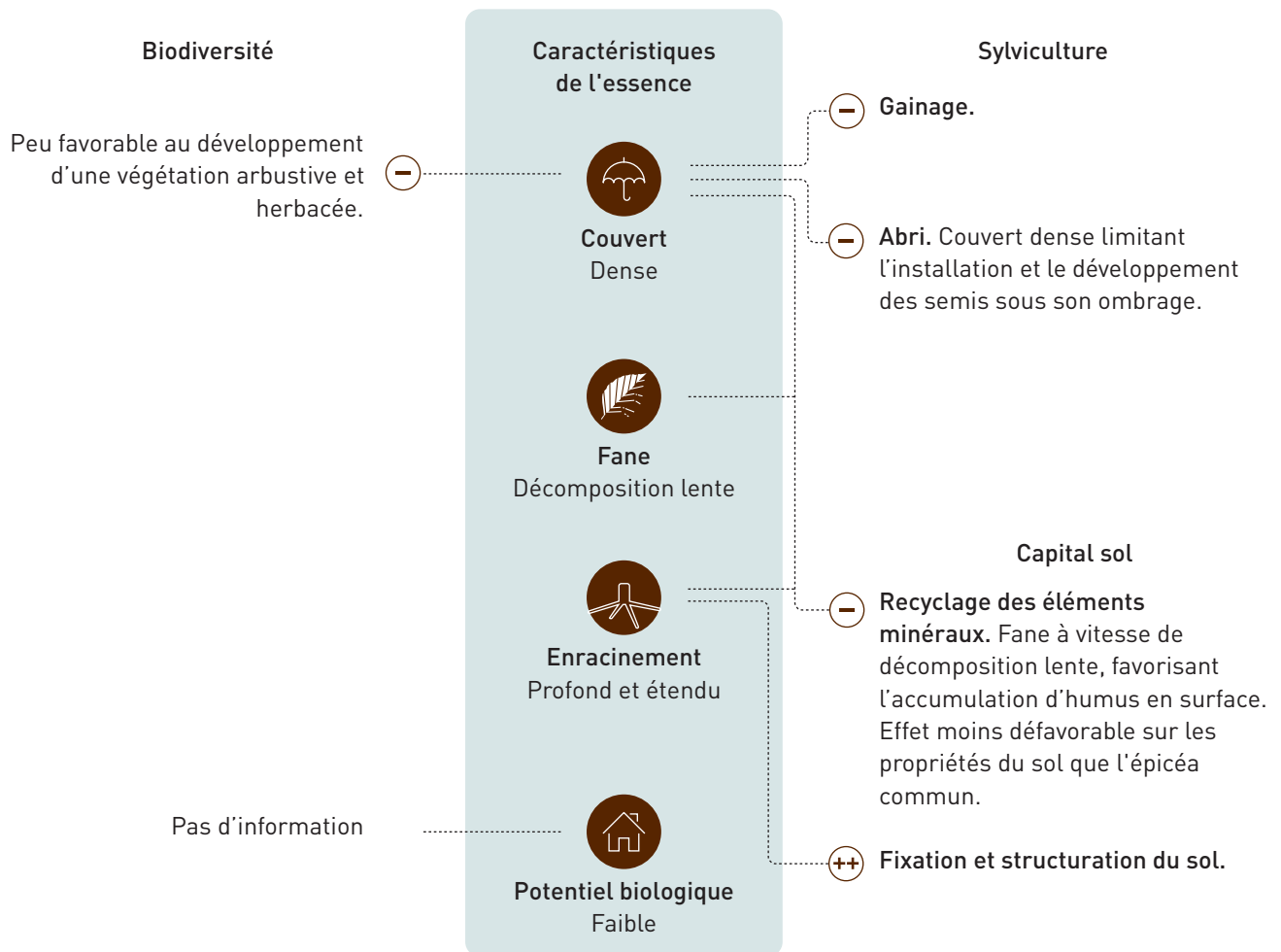
Le système le plus satisfaisant est la régénération naturelle par la méthode des coupes progressives.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Fentes de sécheresse	Sécheresse	Choix de la station Réduire l'âge d'exploitabilité

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Forte	
Écorcement	Moyenne	
Frottage	Moyenne	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

Le chaudron ou dorge du sapin

Melampsorella caryophyllacearum

Site d'attaque : tronc et branches.

Symptômes et dégâts : renflement du tronc ou des branches avec profondes crevasses, balais de sorcière.

Conditions : stations humides à stellaire (hôte alternant).

Caractère : primaire, moyennement fréquent.

Risque : dispersion des spores par voie aérienne (hôte alternant : Caryophyllacées), le chancre est une porte d'entrée pour des champignons lignivores.

Conséquence : perte de valeur commerciale du bois.

Le cœur rouge (ou *fomes* ou maladie du rond)

Heterobasidion annosum sensu lato

Site d'attaque : racines, tronc.

Symptômes et dégâts : pourriture rouge du cœur et des racines, dépérissement.

Conditions : contamination des souches lors d'éclaircies.

Caractère : primaire, fréquent.

Risque : propagation aux arbres voisins par contact racinaire.

Conséquence : perte de la valeur commerciale, risque de mortalité à l'échelle du peuplement.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire, fréquent, généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Problématiques émergentes

Le chancre à *Neonectria*

Neonectria neomacrospora

Site d'attaque : rameaux, tronc.

Symptômes et dégâts : chancre sur rameaux ou tronc, mortalité de parties situées au-delà du chancre, écoulements de résine, fructifications (amas rougeâtres) sur parties mortes.

Conditions : -

Caractère : primaire, rare.

Risque : -

Conséquence : mortalité.

 **Insectes**
Chermès du tronc du sapin*Adelges (Dreyfusia) piceae*

Site d'attaque : surface du tronc et des grosses branches.

Symptômes et dégâts : colonies d'insectes couverts de filaments cireux blancs, sur le tronc et des grosses branches, souvent : écoulements de résine.

Conditions : peuplements adultes.

Caractère : primaire.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : nécroses corticales locales, à terme : mort

Hylobe*Hylobius abietis*

Site d'attaque : écorce, collet.

Symptômes et dégâts : au printemps, morsures à la base de la tige des jeunes plants.

Conditions : coupe à blanc de résineux et reboisement rapide (1-2 ans après la coupe).

Caractère : primaire, récurrent.

Risque : Possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : Mort des jeunes plants.

Scolyte liseré*Trypodendron lineatum*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : trous de pénétration, sciure blanche, taches sombres dans l'aubier.

Conditions : arbres morts ou mourants.

Caractère : secondaire, fréquent. Parfois dommageable au bois.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Également**Chermès des rameaux du sapin***Adelges nordmannianae***Curvidenté***Pityokteines curvidens***Pissode du sapin***Pissodes piceae***Remarque**

Combinaisons chermès-pissode-curvidenté = mortalités observées en Fance.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	
Utilisations extérieures		
Aménagements intérieurs		
Usages spécifiques	✓	Composante aéronautique, papeterie, sapin de Noël

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☹️

Le sapin noble étant sensible à la sécheresse, son installation doit être limitée aux stations présentant une bonne alimentation en eau du sol et une hygrométrie suffisante.

Une augmentation des températures pourrait entraîner un débourrement plus précoce du sapin noble. Les stations sujettes aux gelées tardives seront donc à éviter.

9 Références majeures

- Franklin J. F. *Abies procera* Rehd. Noble Fir. in Burns R.M. and Honkala B.H. (1990). Silvics of North America: 1. Conifers; 2. Hardwoods. Agriculture handbook 654. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC
- Grégoire D. Écologie du sapin noble et étude des relations entre la productivité et les conditions du milieu en Ardenne. Mémoire de fin d'étude - UCL





Sapin pectiné

Weiß-Tanne^{DE}, Zilverspar^{NL}, Common silver Fir^{EN}

Abies alba Mill.

SAPIN
PECTINÉ

1 Résumé

1.1 Atouts

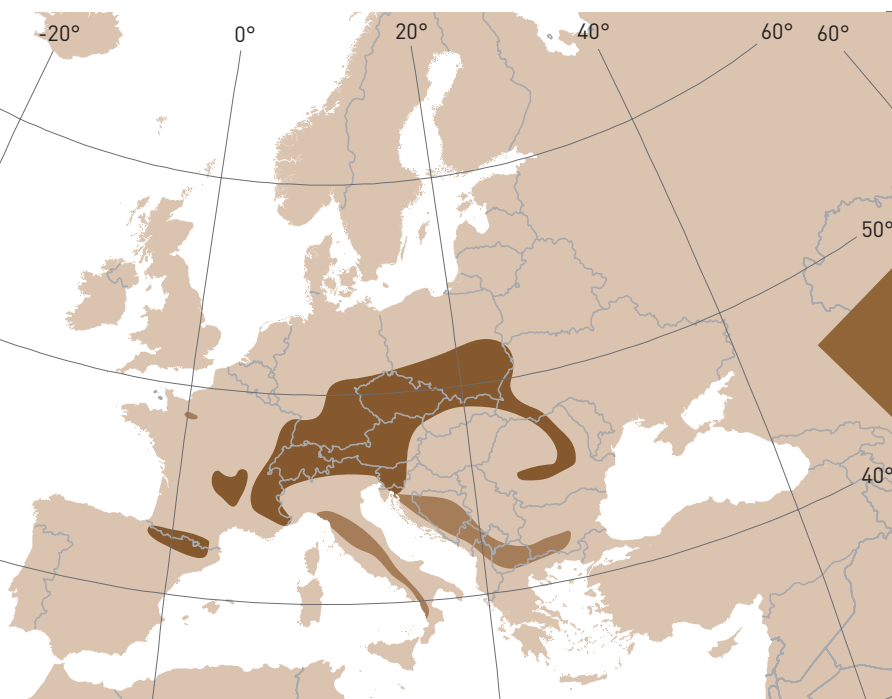
- Peu exigeant vis-à-vis de la **richesse minérale** du sol, ne craint pas les contextes acides.
- Bonne essence de **gainage**, de par son tempérament sciophile et sa croissance initiale lente.
- **Enracinement** puissant permettant d'accéder à des ressources en eau profondes. Peu sensible à la compacité. Bon fixateur de sol. 😊
- **Bois** de qualité et large gamme de valorisations possibles, y compris en structure.
- **Régénération naturelle** abondante.

1.2 Limites

- **Particulièrement sensible aux stress hydriques** (sécheresse, vent desséchants), *Abies alba* doit obligatoirement être introduit dans des situations où tout risque de déficit hydrique est exclu : pluviosité importante, hygrométrie élevée et/ou approvisionnement en eau du sol constant. 😞
- Forte sensibilité aux **gelées tardives** et à la **neige lourde**.
- Très sensible à l'**abrutissement** par la faune sauvage.
- Essence à risque dans le contexte des **changements climatiques**. 😞

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



L'aire de distribution naturelle du sapin pectiné est principalement limitée aux régions montagneuses de l'Europe Centrale et méridionale. Elle est comprise entre 40°N au Sud (frontière nord de la Grèce) et 52°N pour sa partie septentrionale (Pologne). En longitude, elle s'étend des Alpes occidentales jusqu'en Roumanie et Bulgarie. On retrouve également l'espèce de manière disjointe de son aire principale dans le Massif Central, les Pyrénées, en Corse et en Italie.

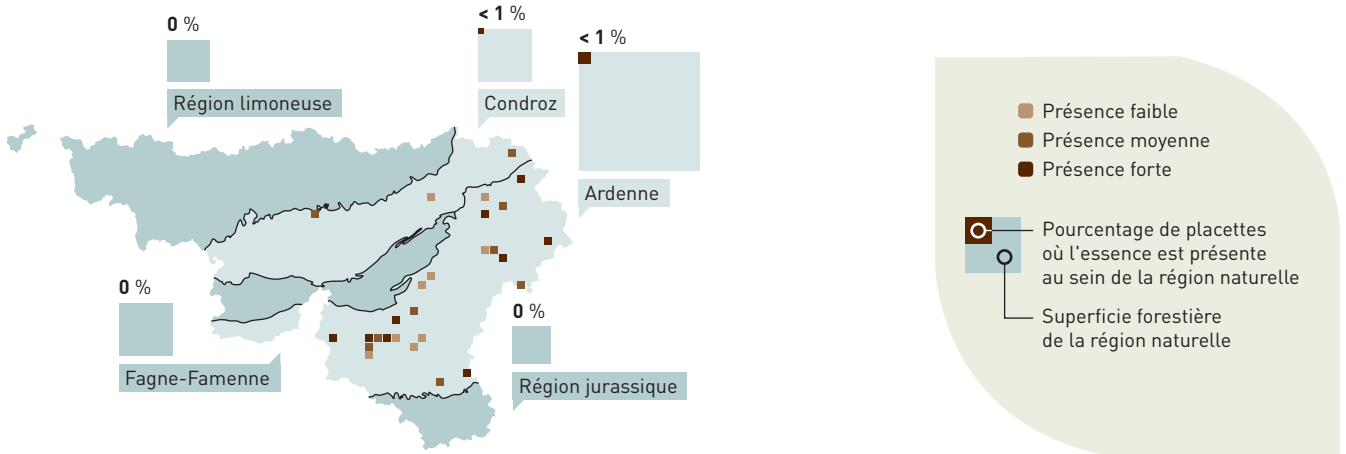
- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Introduit en Wallonie, le sapin pectiné est très peu présent. Il ne se retrouve que de manière très ponctuelle en Ardenne, Famenne et Condroz avec moins de 1 % de présence en Ardenne.

Le sapin pectiné se trouve rarement en peuplement pur (environ 17 % des cas), souvent mélangé avec l'épicéa commun (environ 28 % des cas).



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

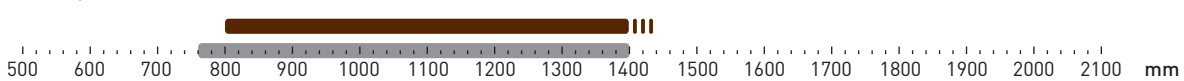
Température annuelle moyenne : 5 à 11 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -45 °C / max. 37 °C



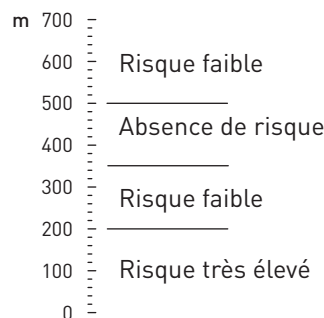
Précipitations annuelles totales : min. 800 mm mais 1000 mm est considéré comme vraiment satisfaisant



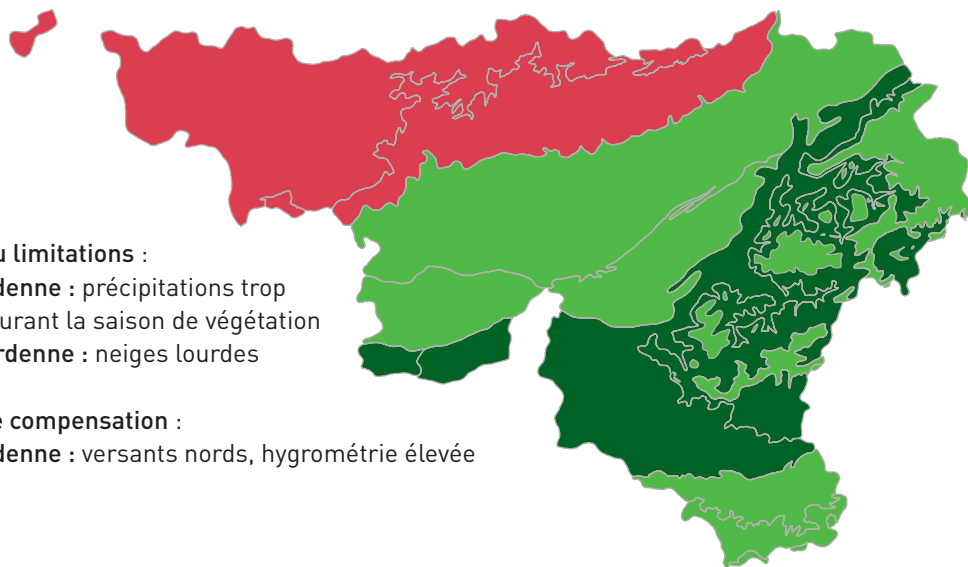
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

Jusque 350 m cette essence souffre d'un manque de précipitations durant la saison de végétation. Au-delà de 500 m, l'essence souffrira des neiges lourdes.



3.3 Sensibilités climatiques particulières



Risques ou limitations :

- Hors Ardenne : précipitations trop faibles durant la saison de végétation
- Haute Ardenne : neiges lourdes

Facteur de compensation :

- Hors Ardenne : versants nords, hygrométrie élevée

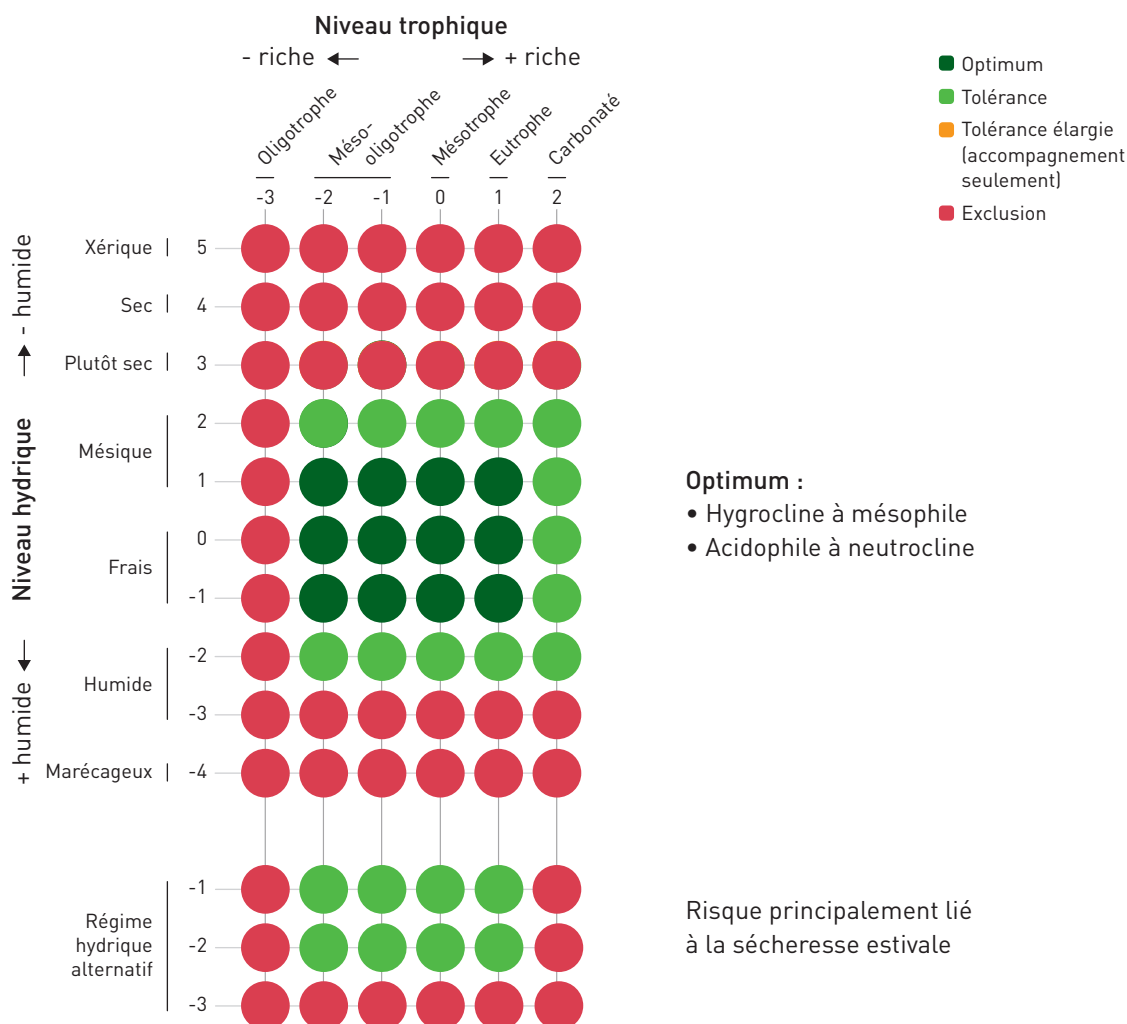
- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvénile	TS	
Adulte	TS	
Gelée précoce		
Juvénile	S	
Adulte	S	
Sécheresse		
Juvénile	TS ☹️	Croissance en hauteur très sensible aux stress hydriques
Adulte	TS ☹️	
Canicule		
Juvénile	TS ☹️	
Adulte	S	
Neige et givre		
Juvénile	S	Neige lourde peut expliquer bris de flèches et autres bris de branches significatifs
Adulte	TS	
Vent		
Juvénile	PS	
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : non sensible

Acidité : peu sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Sol oligotrophe ou podzolique: Profil g ou pH < 3,8	-3		Aucun	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			Relevé floristique
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f, i	-4 -3		Aucun	Régime hydrique effectif
Sol modérément humide ● Drainage e, h	-2	Précipitations élevées (Ardenne)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	Sondage pédologique

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible**

Risque principalement lié à l'assèchement estival.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	
● Drainage h	-2 RHA	« Argiles blanches »* (famille des sigles Ghx) Contexte schisto-argileux de Famenne	Apports d'eau locaux importants (microtopographie) Précipitations élevées (Ardenne) Sol profond	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)
● Drainage d	-1 RHA	Sol peu profond : Phases 2 ou 3	Sol meuble et/ou bien structuré	

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).

Déficit hydrique : très sensible 😞

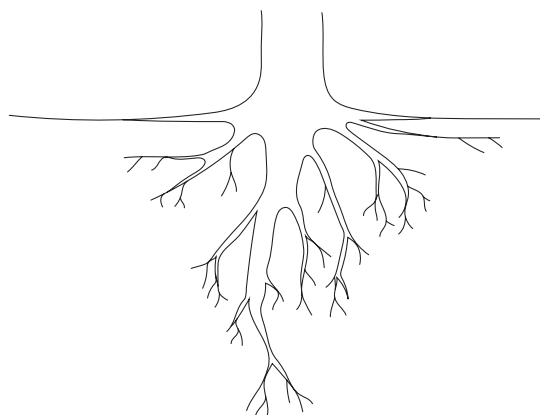
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5			
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Aucun	Position topographique
● Sol plutôt sec à xérique	3-5		Aucun	
● Sol mésique	2	Précipitations faibles (hors Ardenne) Versant chaud (essence submontagnarde)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne) Hygrométrie élevée (versant froid, fond de vallée) Présence d'une nappe d'eau en profondeur (tatures Z, S, P)	Sondage pédolo- gique profond Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

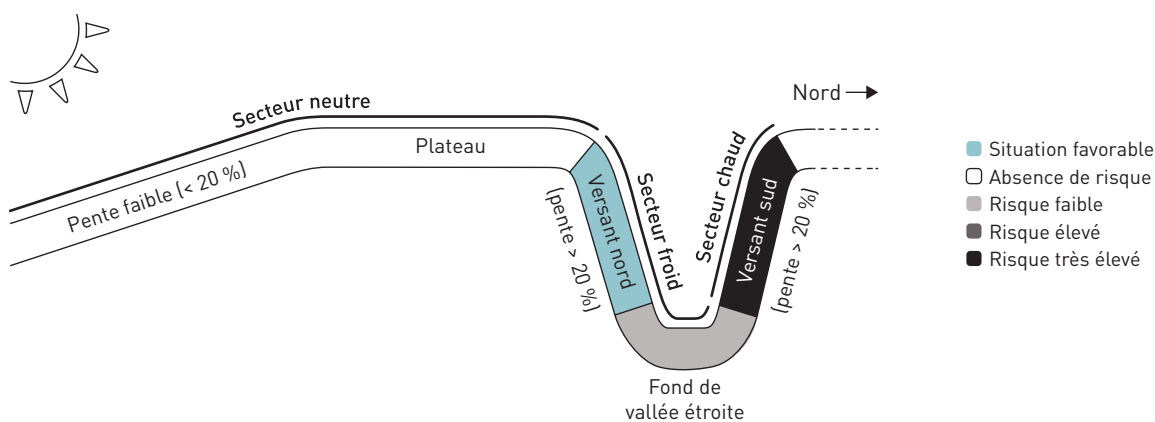
- Pivotant
- Profond 😊



Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **sensible**
- Compacité du sol : **peu sensible**

4.4 Effets des microclimats topographiques



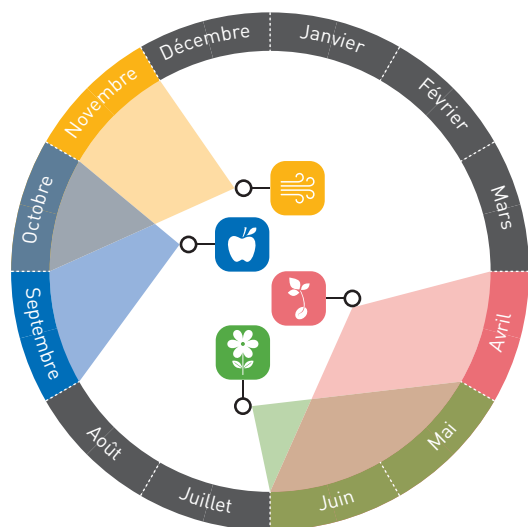
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Situation favorable. Hygrométrie élevée, brouillards (essence (sub)montagnarde).
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Gelées précoces. Gelées tardives.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Risque très élevé. Hygrométrie insuffisante. Risque important de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : persistant

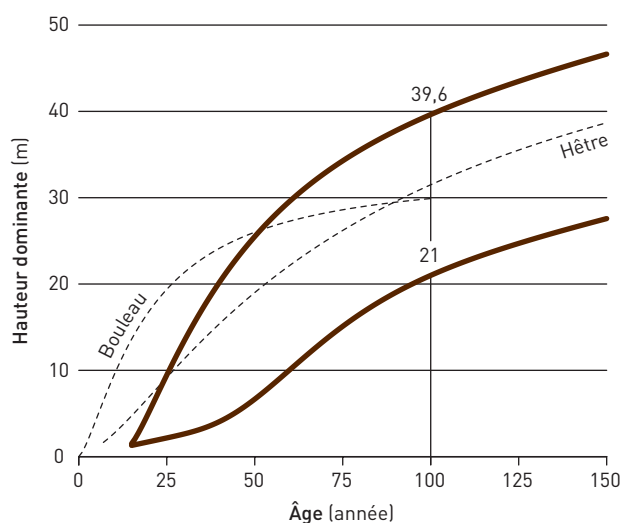
Régénération sexuée



Régénération asexuée

Pas de régénération asexuée en conditions naturelles.

5.2 Croissance et productivité



Maturité sexuelle : **45 ans**.

Type de fleurs : **unisexuées**.

Localisation entre individus : **monoïque**.

Pollinisation : **anémogamie**.

Type de fruit : **cône (contenant les graines ailées)**.

Fréquence des fructifications : **3 à 6 ans**.

Mode de dissémination : **anémochorie**.

Les graines sont intermédiaires et elles ont une dormance légère. Elles doivent être séchées et conservées au congélateur (température de -15 °C). La dormance se lève par un froid humide (3 °C) de 4-6 semaines. En conditions naturelles, c'est l'hiver qui assure la levée de dormance pour une germination au printemps.

Croissance : tardive, moyennement rapide et moyennement soutenue.

Hauteur à maturité : 40 à 50 m (60 à 65 m dans son aire d'origine).

Productivité (AMV) : 7 à 20 m³/ha/an vers 70 ans (très productif).

Longévité : 500 à 600 ans dans son aire d'origine.

Exploitabilité : 80 à 120 ans.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

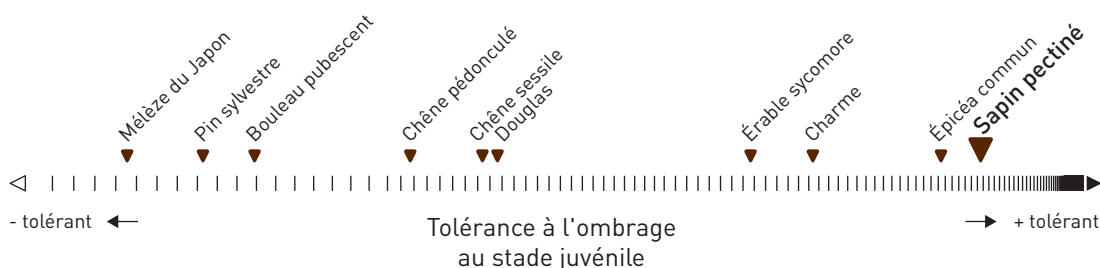
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Essence tolérante à l'ombrage.
Supporte très longtemps une intensité lumineuse faible mais sa croissance réagit très bien à la mise en lumière même à un âge avancé.

Stade adulte

Tolère l'ombrage, supporte une mise en lumière brutale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Diminution de la croissance
Mise en lumière brutale	Peut produire des gourmands dans les situations extrêmes

5.4 Précautions à l'installation

Tant en plantation qu'en régénération naturelle, veiller à protéger l'espèce contre la faune sauvage et contrôler étroitement la concurrence.

Plantation :

- Peu utilisé comme essence de reboisement en raison de sa croissance initiale très lente et de sa sensibilité aux gelées en plein découvert.

Régénération naturelle :

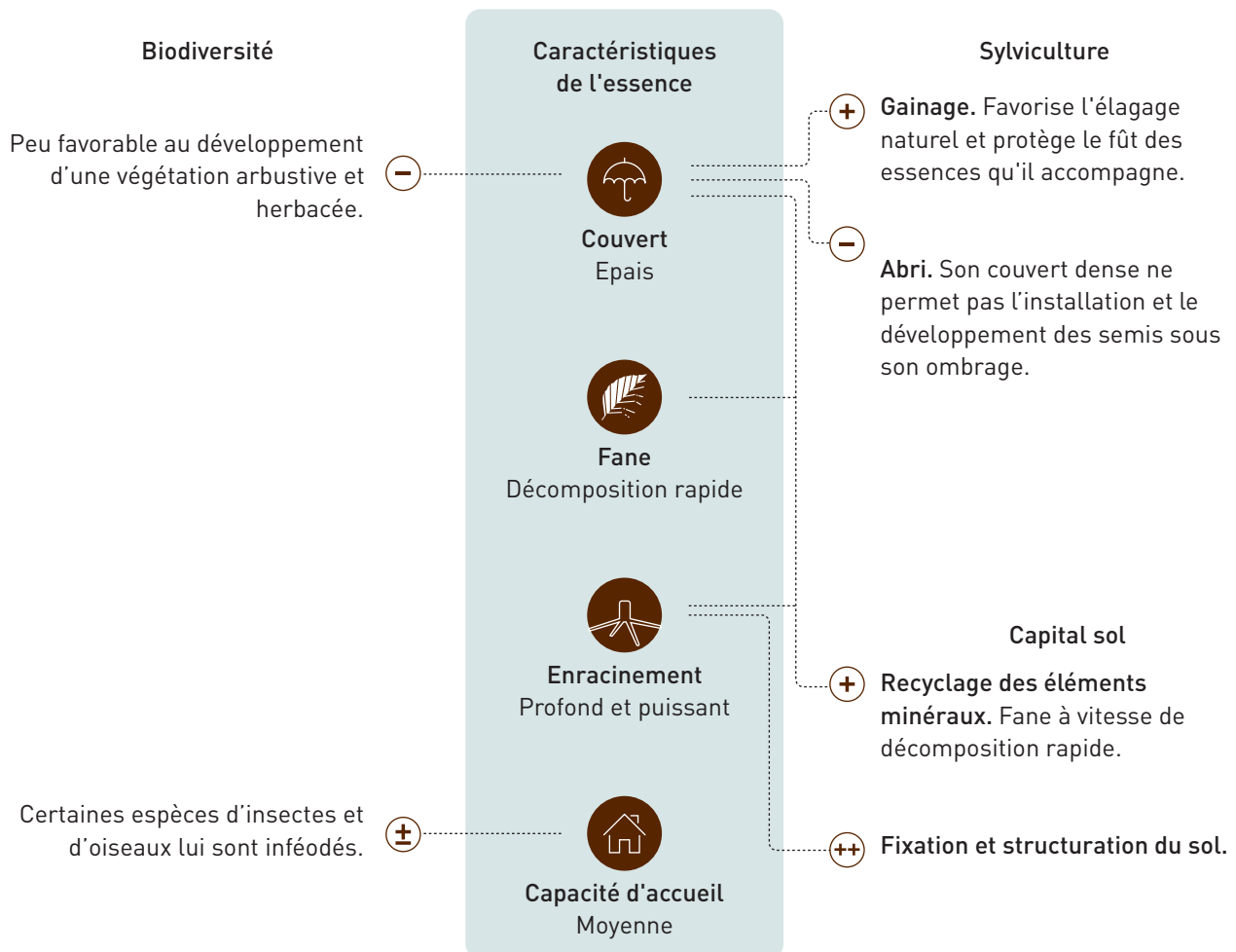
- Dispersion des graines très efficace et pouvoir germinatif élevé.
- Prévoir un abri pour les premières années et dégager progressivement pour favoriser la croissance.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Noeuds	Élagage naturel tardif	Élagage artificiel

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Forte	
Écorcement	Moyenne	
Frottage	Moyenne	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

Le chaudron ou dorger du sapin

Melampsorella caryophyllacearum

Site d'attaque : tronc et branches.

Symptômes et dégâts : renflement du tronc ou des branches avec profondes crevasses, balais de sorcière.

Conditions : stations humides à stellaire (hôte alternant).

Caractère : primaire, moyennement fréquent.

Risque : dispersion des spores par voie aérienne (hôte alternant : Caryophyllacées), le chancre est une porte d'entrée pour des champignons lignivores.

Conséquence : perte de valeur commerciale du bois.

Le fomes (ou cœur rouge ou maladie du rond)

Heterobasidion annosum sensu lato

Site d'attaque : racines, tronc.

Symptômes et dégâts : pourriture rouge du cœur et des racines, dépérissement.

Conditions : contamination des souches lors d'éclaircies.

Caractère : primaire, fréquent.

Risque : propagation aux arbres voisins par contact racinaire.

Conséquence : perte de la valeur commerciale, risque de mortalité à l'échelle du peuplement.

Lirula nervisequa

Site d'attaque : aiguilles

Symptômes et dégâts : brunissement des aiguilles des années précédentes puis chute prématurée

Conditions : stations humides et froides

Caractère : primaire, moyennement fréquent

Risque : dispersion des spores par voie aérienne vers d'autres Abies

Conséquence : affaiblissement de jeunes plants

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions :

Caractère : primaire ou secondaire, fréquent, généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon l'espèce d'armillaire et la vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

**Insectes****Chermès du tronc du sapin***Adelges (Dreyfusia) piceae*

Site d'attaque : surface du tronc et des grosses branches.

Symptômes et dégâts : colonies d'insectes couverts de filaments cireux blancs, sur le tronc et des grosses branches, souvent : écoulements de résine.

Conditions : peuplements adultes.

Caractère : primaire.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : nécroses corticales locales, à terme : mort.

Hylobe*Hylobius abietis*

Site d'attaque : écorce, collet.

Symptômes et dégâts : au printemps, morsures à la base de la tige des jeunes plants.

Conditions : coupe à blanc de résineux et reboisement rapide (1-2 ans après la coupe).

Caractère : primaire, récurrent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort des jeunes plants.

Scolyte liseré*Trypodendron lineatum*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : trous de pénétration, sciure blanche, taches sombres dans l'aubier.

Conditions : arbres morts ou mourants.

Caractère : secondaire, fréquent.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Également :**Chermès des rameaux du sapin***Adelges nordmannianiae***Curvidenté***Pityokteines curvidens***Pissode du sapin***Pissodes piceae***Remarque**

Combinaisons chermès-pissode-curvidenté = mortalités observées en Fance.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Charpente
Utilisations extérieures	✓	Poteaux
Aménagements intérieurs	✓	
Usages spécifiques	✓	Caisserie, pâte à papier, palettes Récipients pour l'industrie chimique (résistant aux bases et acides) Construction hydraulique et souterraine

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☹️

Le sapin pectiné étant très sensible aux sécheresses, son aire de répartition se verrait limitée aux stations présentant une bonne alimentation en eau du sol et une hygrométrie élevée.

En raison de la capacité de photosynthèse hivernale du sapin pectiné, des températures clémentes pendant l'hiver pourraient favoriser un démarrage plus précoce ou une croissance plus rapide au sein des stations favorables.

9 Références majeures

- Masson G. (2005). **Autécologie des essences forestières**. Lavoisier, Paris





Aulne glutineux

Schwarzerle^{DE}, Zwarte els^{NL}, Black alder^{EN}

Alnus glutinosa (L.) Gaertn.

1 Résumé

1.1 Atouts

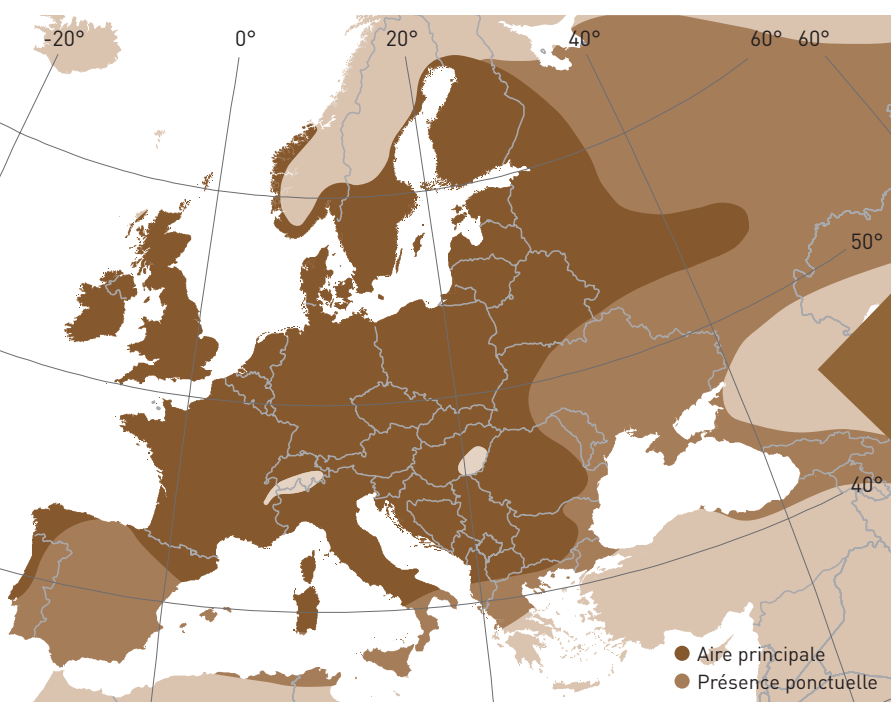
- Essence particulièrement tolérante à l'**engorgement en eau du sol**, permettant la mise en valeur de terrains contraignants pour d'autres essences : zones marécageuses, station à gley/pseudogley très marqué, etc.
- Sur bonne station, **production rapide** d'un bois de **qualité**, d'usinage aisé et quasi imputrescible : tranchage, bardage, ébénisterie et menuiserie fine, etc.
- **Enracinement** très puissant et très développé : fixation des berges, possibilité d'installation en sol compact (horizon argileux), favorise l'aération et la structuration du sol.
- **Impact très positif sur l'écosystème forestier** : **fane** améliorante, **nodosités** permettant de fixer l'azote, **recyclage des éléments**, **drainage** biologique des plateaux humides, etc.
- En milieux alluvial, **rôle majeur dans la qualité des eaux** et la **capacité d'accueil** du cours d'eau (création d'habitats grâce aux racines).

1.2 Limites

- Incapacité à réguler sa transpiration, **ne tolère pas le manque d'eau**. Risque sur les stations à régime hydrique alternatif (malgré un démarrage rapide). 😞
- Bien que particulièrement adapté aux milieux humides, **la croissance est affectée par le manque d'aération prolongé** des horizons supérieurs du sol (zones marécageuses, par exemple). Installation préférable en zone alluviale, zone de source, sol à grande réserve d'eau mais non-inondé de manière permanente.
- **Très héliophile**, ne supporte pas la concurrence et ne se régénère naturellement qu'en pleine lumière (grandes trouées, peuplements très clairs) et au contact du sol minéral.
- **Etre très attentif au choix de la provenance**, car beaucoup ne sont pas compatibles avec la production de bois.
- La **maladie de l'aulne** (*Phytophthora*) est une menace pour les aulnes soumis aux inondations.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Espèce à distribution très étendue, on rencontre l'aulne glutineux du sud de la Scandinavie jusqu'à la région méditerranéenne – où il se raréfie toutefois – et vers l'est, sa distribution atteint le Caucase.

En de nombreux pays sa distribution est cependant très disséminée (moins de 1 % du territoire), à l'exception des plaines de nord de l'Europe centrale (nord de l'Allemagne, de la Pologne, Biélorussie, Pays baltes) où l'espèce rencontre son optimum de dispersion, et forme par endroits des peuplements très étendus.

L'aulne est préférentiellement une espèce des plaines et collines. On l'observe également dans l'étage montagnard (1200 m, voire localement 1800 m) mais sa croissance y est ralentie. Sa distribution est principalement liée à la présence d'eau (rivières, plaines humides, zones marécageuses, etc.).

L'aulne glutineux est indigène en Belgique.

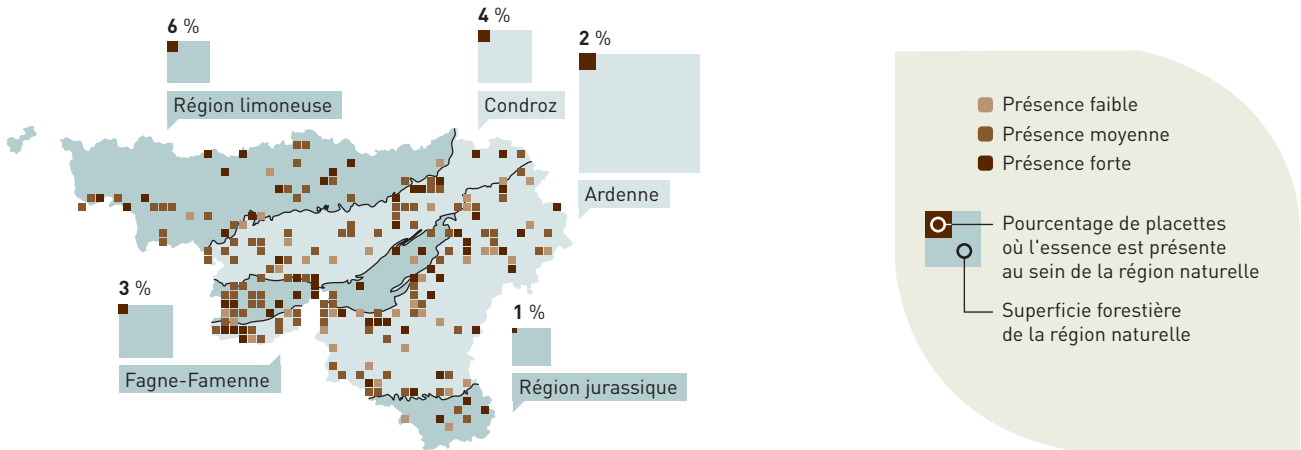
- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

L'aulne glutineux est présent sur environ 3 % de la forêt wallonne. On l'observe à travers les cinq régions naturelles, mais pour des raisons historiques, il est actuellement plus rare sur le plateau ardennais.

L'essence est principalement disséminée au sein de peuplements feuillus diversifiés, mais on l'observe également en peuplements purs.

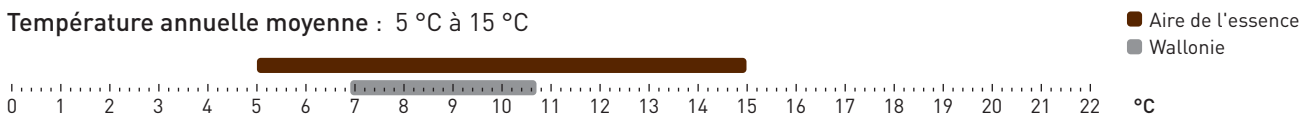
En termes de ressources, l'aulne glutineux est aussi abondant dans les cordons rivulaires en zone agricole qu'en forêt.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

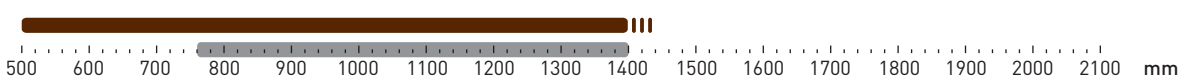
Température annuelle moyenne : 5 °C à 15 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -49 °C / max. 43 °C



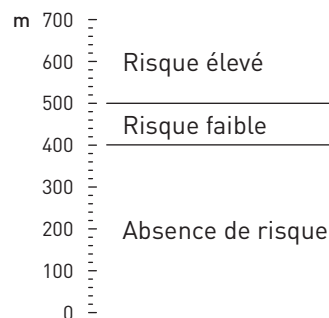
Précipitations annuelles totales : min. 500 mm



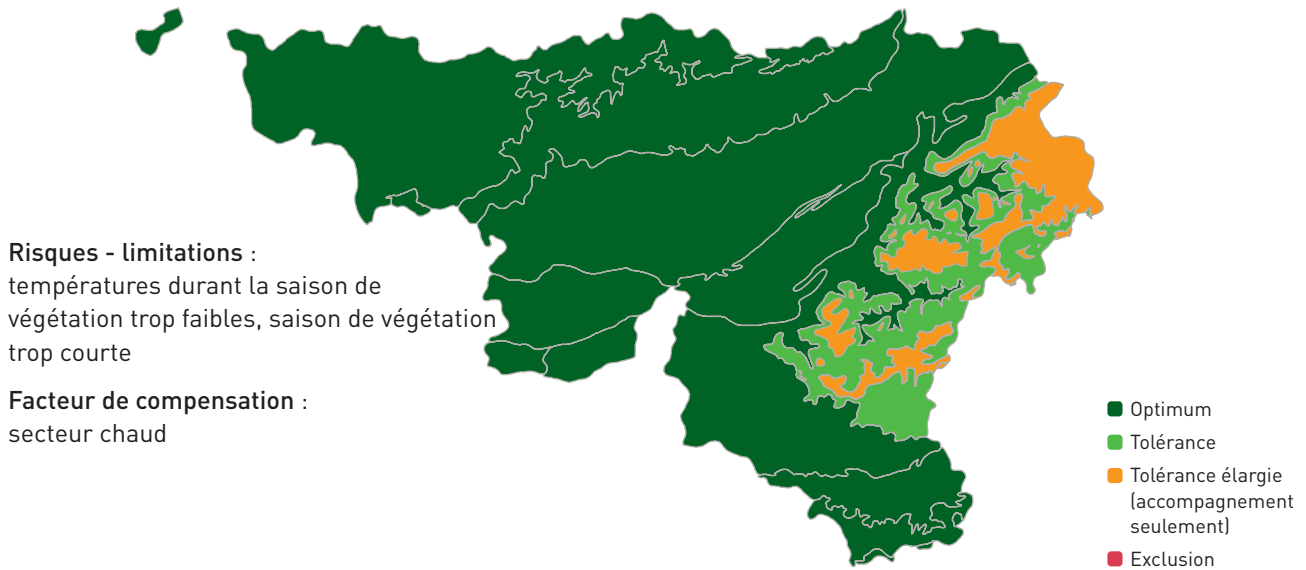
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

A partir de 400 m, la croissance de l'espèce est ralentie et les aulnaies productives ne s'observent plus que sur les meilleures stations.



3.3 Sensibilités climatiques particulières

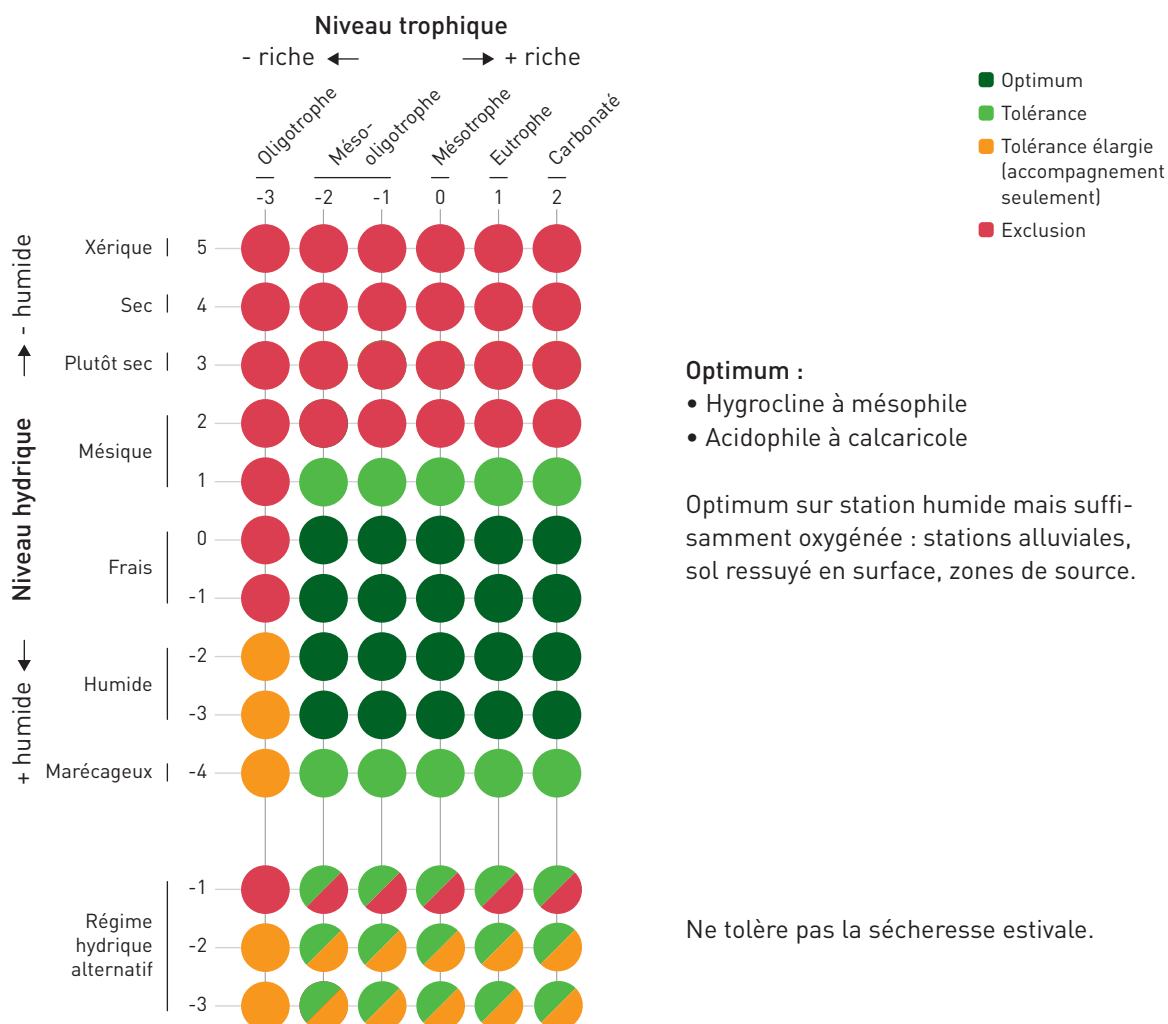


Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	S	L'aulne glutineux est incapable de contrôler la transpiration de son feuillage. Durant les phases chaudes de l'été il est donc essentiel que l'espèce dispose d'une grande réserve d'eau (apports réguliers, nappe phréatique, volume de sol important). Les fortes sécheresses affectent surtout les fructifications (A l'est, en marge de son aire principale).
Adulte	S	
Canicule		
Juvenile	S	Fréquent dans les zones à été chauds, sa résistance à la canicule est cependant conditionnée à un approvisionnement régulier en eau du sol.
Adulte	S	
Neige et givre		
Juvenile	S	
Adulte	S	
Vent		
Juvenile	PS	Espèce à enracinement très puissant
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Acidité : peu sensible

Sol carbonaté : non sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● ● Sol oligotrophe ou podzolique pH < 3,8 ou profil g	-3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.) Sol sec	Forte humidité Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **peu sensible** 😊

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4	Eau stagnante	Aucun	Forme d'humus Relevé floristique
Sol marécageux ● Drainage g	-4		Eau courante, zone de source Léger ressuyage (> 20 cm) pendant la période de végétation humus de type hydromull Hydromorphie non fonctionnelle	Régime hydrique effectif Sondage pédologique

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** 😞

Ne tolère pas la sécheresse estivale.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage d	-1RHA	Sol peu profond : phases 2 ou 3 Contexte schisto-argileux de Famenne	En situation de RHA, les seules stations encore favorables à la production correspondent aux plateaux à couverture limoneuse épaisse (> 2 m), à très grande réserve hydrique, et bien pourvus en eau pendant la période de végétation (surtout les zones en légère dépression, cuvettes)	Régime hydrique effectif Contexte lithologique
● Drainage h,i	-2 à -3 RHA	Texture lourde (E, U) et/ou sol compact « Argiles blanches » (famille des sigles Gix et Ghx)*		Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).Déficit hydrique : **très sensible** 😞

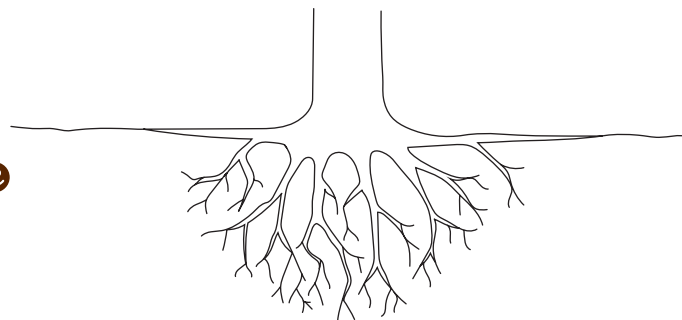
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond
● Sol mésique à xérique	2-5			
● Sol mésique	1		Dans le cas d'un sol à drainage favorable (c'est-à-dire sans trace d'hydromorphie) seuls les milieux alluviaux (terrasse alluviale bien drainée, vallons secs) et/ou sols très profonds à grande réserve en eau peuvent encore convenir à l'aulne (niveau hydrique de 0). Il est à exclure des autres types de milieux bien drainés	Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Oblique (en cœur)
- Très profond (jusqu'à plusieurs mètres) et très puissant 😊



Sensibilités aux contraintes édaphiques

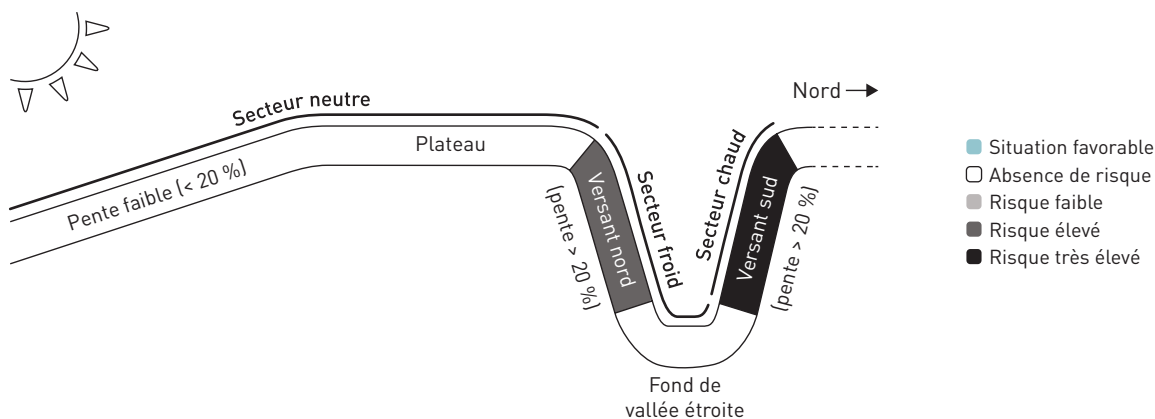
Anaérobiose : **peu sensible**, supporte l'anoxie.

Compacité : **peu sensible**.

Bon à savoir:

- L'aulne glutineux est particulièrement adapté (adaptations anatomiques et métaboliques) aux sols engorgés et aux berges des cours d'eau.
- Fixation de l'azote atmosphérique via la formation de nodosités racinaires.

4.4 Effets des microclimats topographiques



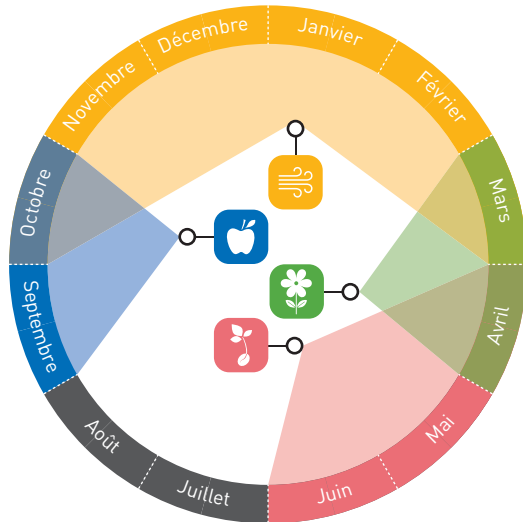
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Risque de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée.
Fond de vallée étroite	<input type="checkbox"/> Absence de risque
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Risque très élevé. Risque important de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : Mai à novembre.

Régénération sexuée



Régénération asexuée

L'aulne rejette bien de souche jusqu'à un âge avancé.

La reproduction végétative par bouturage est possible en conditions contrôlées.

Maturité sexuelle : **précoce entre 10 et 30 ans.**

Type de fleurs : **unisexuées .**

Localisation entre individus: **monoïque.**

Pollinisation : **anémogamie.**

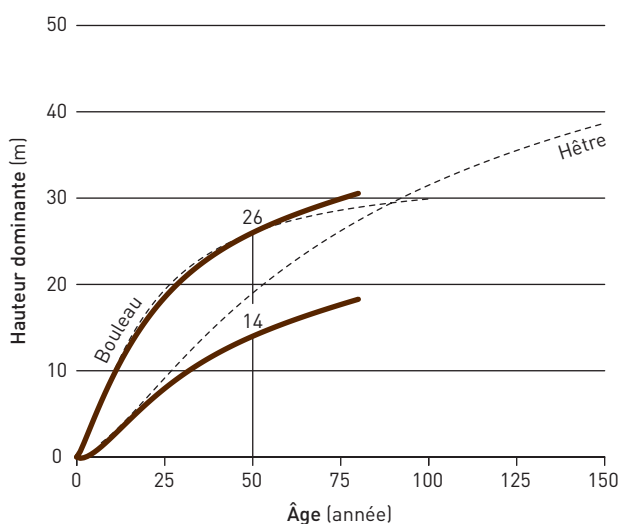
Type de fruit : **petits cônes (strobiles) ligneux contenant de très petites samares à aile circulaire.**

Fréquence des fructifications : **2 à 3 ans.**

Mode de dissémination : **anémochorie, hydrochorie.**

Les graines sont orthodoxes et n'ont pas de dormance marquée. Néanmoins, la germination dépend de la présence et de la qualité de la lumière. En conditions naturelles, les graines germent facilement et généralement le printemps qui suit la dispersion des graines.

5.2 Croissance et productivité



Croissance : précoce, rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité (m) : 20 à 30 mètres.

Productivité (AMV m³/ha/an) : 4 à 10 m³/ha/an vers 55 ans (productif).

Longévité : environ 120 ans.

Exploitabilité : 50 à 80 ans (avant l'apparition de pourriture du cœur).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

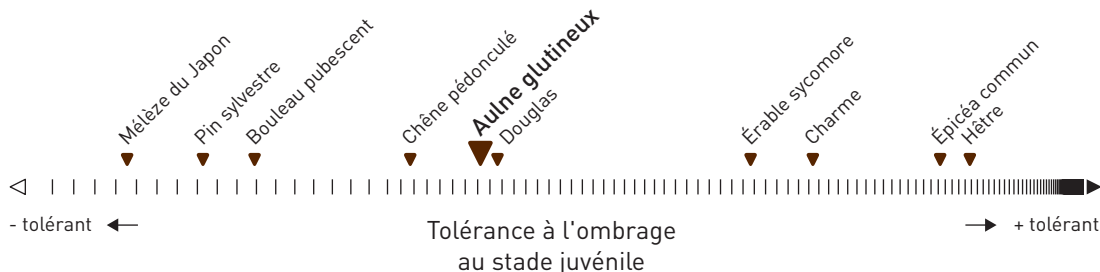
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Modérément intolérant à l'ombrage.
Ne supporte aucun couvert supérieur.

Stade adulte

Exige la pleine lumière, ne tolère pas la compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Diminution de la croissance, mortalité
Mise en lumière brutale	Production de gourmands, sur arbre adulte déséquilibré

5.4 Précautions à l'installation

- Choix d'un matériel génétique de qualité (provenances recommandées absolument, préférentiellement wallonnes).
- Régénération naturelle, **3 facteurs clés** sont à prendre en compte pour la réussite d'une régénération naturelle :
 - semis très exigeant en lumière (ensemencement latéral de terrains nus, grandes trouées, mises à blanc, etc.)
 - graines minuscules : besoin d'un accès au sol minéral
 - germination requérant une humidité élevée à la fois du sol et de l'air

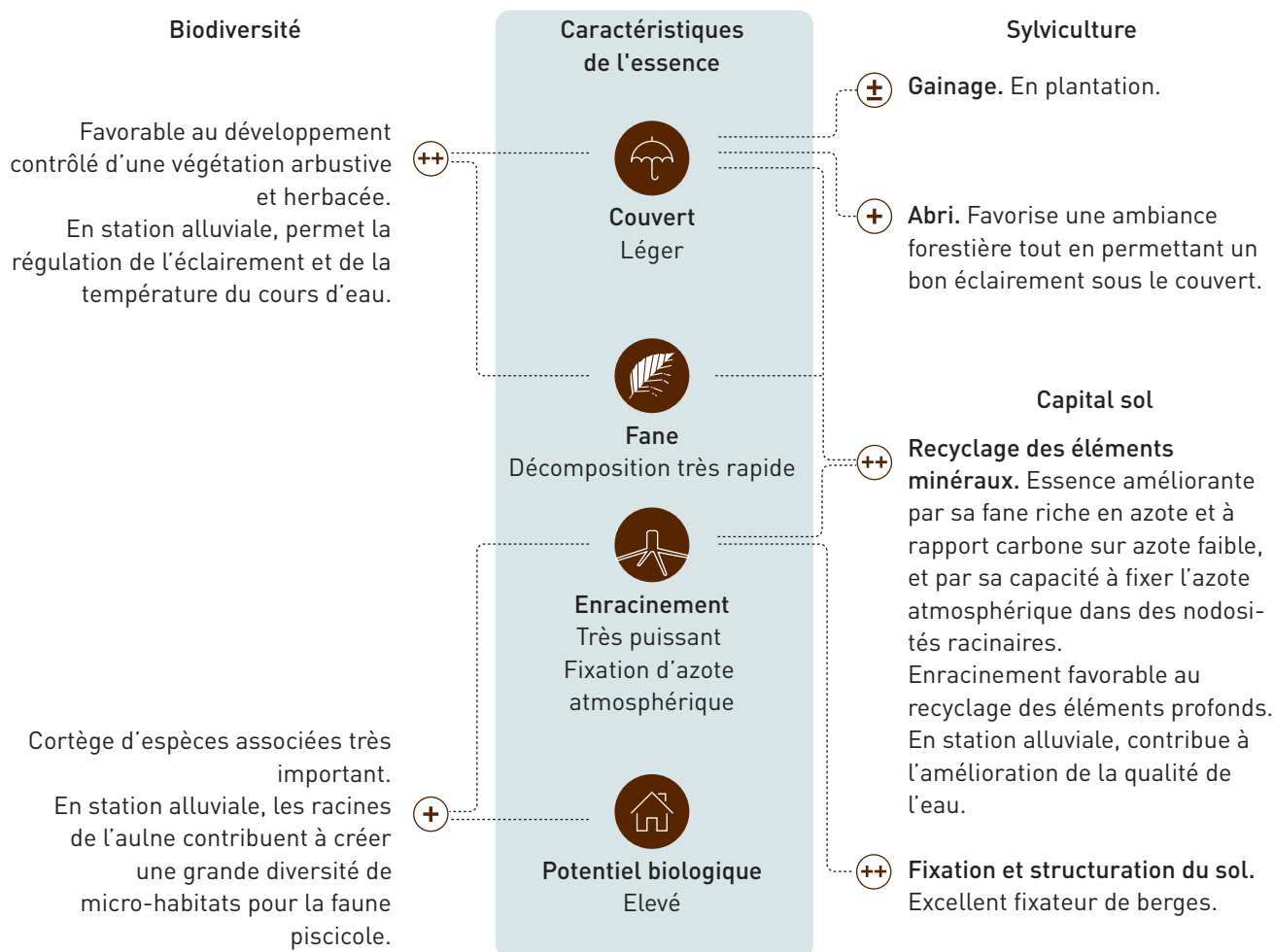
Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières :
Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne
environnement.wallonie.be/orvert

Attention : seules les provenances wallonnes et allemandes certifiées sont susceptibles de produire du bois de qualité. Les provenances non certifiées qui circulent sur le marché ne sont pas adaptées à la production forestière.



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Bosses à la base du tronc	Spécifique à l'espèce	
Gourmands	Déséquilibre houppier/fût et mise en lumière	Sylviculture dynamique dans le très jeune âge
Pourriture du cœur	Âge (à partir de 70 ans)	Limiter le terme d'exploitabilité

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Faible	L'aulne est peu attractif pour la grande faune. Lorsqu'il est consommé il peut s'agir d'un signe de surdensité
Écorcement	Faible	
Frottage	Moyenne	

L'aulne peut être sujet au rongement d'écorce par les lièvres et lapins.

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

Le Phytophthora de l'aulne

Phytophthora xalni

Site d'attaque : racines et base du tronc

Symptômes et dégâts : écoulement noir ou brun à la base du tronc, nécrose du liber souvent limitée par un front noir, destruction du système racinaire, dépérissement et mort de l'arbre.

Conditions : arbres au contact de l'eau (les zoospores munies de 2 flagelles se déplacent dans l'eau et infectent les jeunes racines ou la base de l'arbre). Les aulnes glutineux et les aulnes blancs sont sensibles à la maladie.

Caractère : primaire, fréquent.

Risque : pour les cordons d'aulnes le long du cours d'eau (transmission des spores par l'eau de rivière, infection de l'amont vers l'aval).

Conséquence : mortalité importante en milieu rivulaire avec conséquence pour la stabilité des berges de cours d'eau.

La rouille

Melampsorium alni, *M. hiratsukanum*

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : pustules de teinte jaune/orange à la face inférieure des feuilles en été.

Chute prématurée du feuillage.

Conditions : maladie favorisée par une forte hygrométrie au printemps et en été.

Proximité de mélèzes (hôte alternant).

Caractère : secondaire, peu fréquent.

Risque : peut poser problème en pépinière.

Conséquence : affaiblissement de l'arbre, perte de vigueur.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire, fréquent, généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

**Insectes****Chrysomèle de l'aulne***Agelastica alni*

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : adultes bleu métallisés, larves noires. Feuilles consommées "en dentelle".

Conditions : pullulations occasionnelles.

Caractère : -

Risque : individuel, récurrent.

Conséquences : pas d'effet notoire.

Cossus gâte bois*Cossus cossus*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier. Grosses chenilles rougeâtres.

Conditions : arbres affaiblis. Attaque de nombreux feuillus.

Caractère : faiblesse. Notamment arbres de bords de route.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Zeuzère*Zeuzera pyrina*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier.

Conditions : arbres affaiblis. Attaque de nombreux feuillus.

Caractère : faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		Possible : anciennement utilisé
Utilisations extérieures	✓	Très grande résistance « à la dégradation par l'eau ». Très apprécié en bardage. Travaux hydrauliques, aménagement des berges.
Aménagements intérieurs	✓	Bois recherché pour l'ébénisterie et la menuiserie fines, notamment le placage fin. Usinage aisé.
Usages spécifiques	✓	Tournerie et modelage, loupes utilisées en décoration. Déroulage. Emballages légers. Bon bois énergie (combustion très rapide)

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☹️

Bien que l'aire de dispersion de l'aulne soit très étendue, la productivité des peuplements augmente du nord vers le sud, à la faveur d'un climat plus doux. En Wallonie, on observe également une diminution de la croissance à mesure que l'altitude augmente (plateau ardennais). En ce sens, une augmentation de la température pourrait être favorable à la croissance de l'espèce.

Cependant l'aulne est un très grand consommateur d'eau. Du fait d'une incapacité à réguler efficacement sa transpiration, il est donc particulièrement sensible à un défaut d'approvisionnement en eau. Une augmentation de la fréquence des sécheresses estivales pourrait donc fragiliser l'aulne sur les stations à faible réserve hydrique (plateaux à assèchement estival par exemple), tout en le favorisant dans ses stations optimales.

9 Références majeures

- Claessens H. (2005). L'aulne glutineux, ses stations et sa sylviculture. Éd. Forêt Wallonne. 197 p.
- Di Prinzio J., Henrothay F., Claessens H. (2013). Le point sur la maladie de l'aulne en Région Wallonne. *Silva Belgica* 120(3) : 42-46.





Bouleau pubescent

Moorbirke^{DE}, Zachte berk^{NL}, Downy birch^{EN}

Betula pubescens Ehrh.

BOULEAU
PUBESCENT

1 Résumé

1.1 Atouts

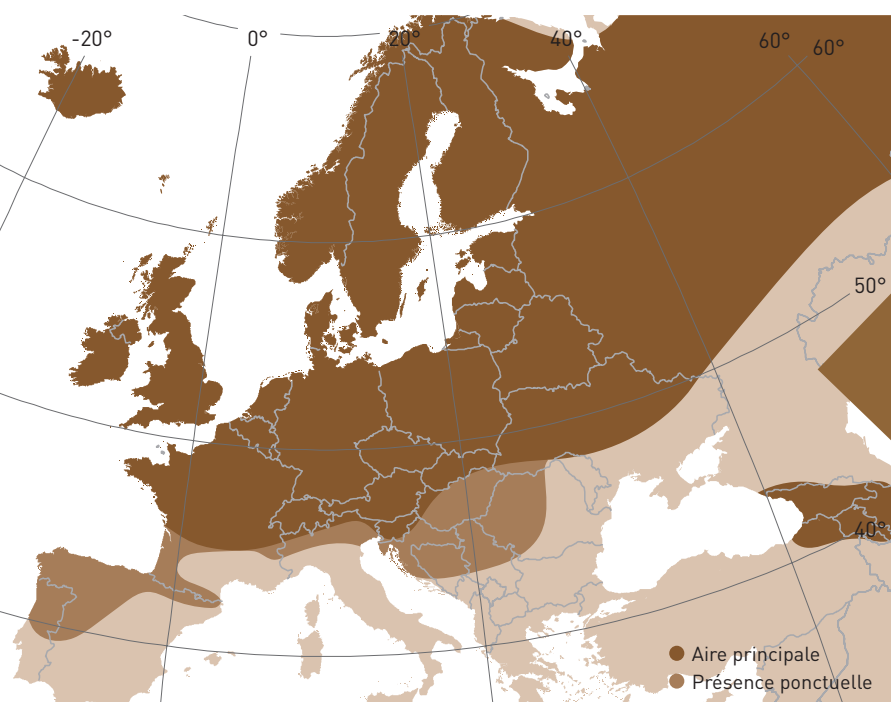
- Très forte tolérance à l'**engorgement**, permettant la mise en valeur de milieux contraignants : sols très humides à marécageux, argiles blanches, tourbières.
- Relativement **indifférent à la richesse du sol**, s'accommode des situations les plus acides comme des plus calcaires.
- Grande résistance au **froid** et aux **gelées**.
- Impact positif sur l'**écosystème forestier** : fane améliorante, grande capacité d'accueil, couvert léger, intérêt esthétique et paysager.
- Quand l'essence est favorisée, **production rapide d'un bois de bonne qualité** technologique et esthétique.
- Fortement apprécié des cervidés, il peut contribuer à **limiter les dégâts** pour les autres essences dans les peuplements mélangés.
- **Essence d'abri par excellence**, facilitant l'installation d'autres essences.

1.2 Limites

- **Ne tolère pas le manque d'eau**, ce qui limite son installation aux milieux constamment approvisionnés. 😞
- Apparition de **pourritures et colorations** du bois en cas de blessure.
- **Peu longévif** et risque d'apparition de **pourriture de cœur** précoce, ce qui implique des **opérations sylvicoles précoces** et une **sylviculture dynamique** afin d'atteindre les dimensions commerciales avant la sénescence. En corollaire, qualité généralement médiocre des grumes issues de peuplements non gérés.
- Très sensible à l'**abrouissement** par la faune sauvage.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Essence à large aire eurasiatique, le bouleau pubescent est indigène en Belgique. Du fait de sa très bonne adaptation au climat froid et humide, il possède une aire de distribution étendue, jusqu'à l'Océan Arctique au nord et jusque la Léna en Sibérie. Il se retrouve toutefois dans la péninsule Ibérique, près des cours d'eau et dans les stations humides.

Les bouleaux – verruqueux et pubescent confondus – constituent une des essences qui possède la plus grande zone de répartition en Europe. Ils sont très bien représentés dans les forêts tempérées et boréales. Il s'agit de l'essence feuillue la plus importante en Europe du Nord et de l'Est (11 à 16 % du volume de bois sur pied dans les pays scandinaves et 17 à 28 % dans les pays baltes). En Europe centrale et occidentale, où davantage d'essences composent la forêt, les bouleaux ne constituent que quelques pourcents du volume sur pied.

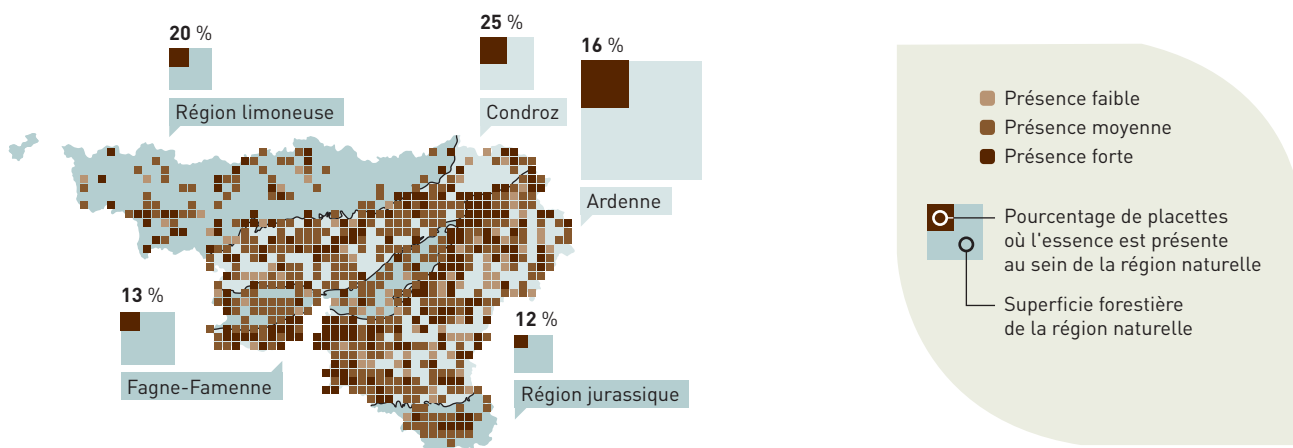
😊 Atout face aux changements climatiques

😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Étant donné la difficulté à différencier les deux espèces (parfois présentes en mélange), les bouleaux verruqueux et pubescent ont le plus souvent été inventoriés au niveau du genre. Ensemble, ils sont présents sur environ 17 % de la surface forestière productive wallonne. Ils sont bien représentés dans les différentes régions naturelles, sauf dans les grandes zones agricoles hesbignonne et hennuyère.

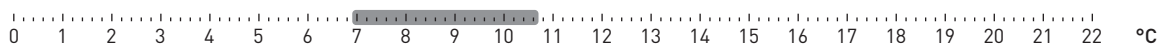
Ce sont des essences pionnières que l'on rencontre sous forme de peuplement pur (12 % des unités d'échantillonnage contenant des bouleaux) ou en mélange avec d'autres essences. La comparaison des inventaires indique que la proportion de bouleau en forêt wallonne est en augmentation.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

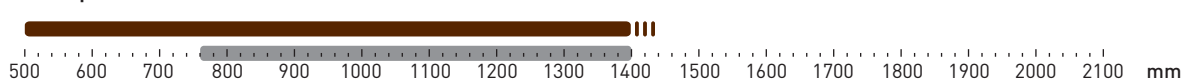
Température annuelle moyenne : Cette espèce possède une très grande amplitude bioclimatique, englobant probablement toute la Wallonie. Il y a probablement de nombreux écotypes, ce qui explique peut-être l'absence d'informations quant aux limites.



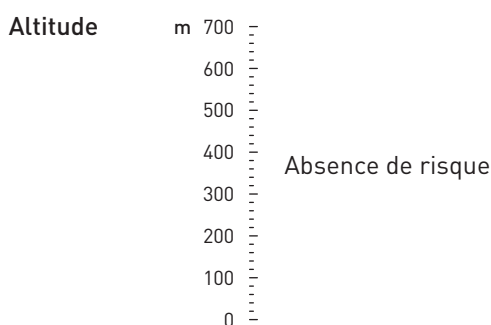
Températures minimale et maximale absolues : min. -49 °C / max. 43 °C



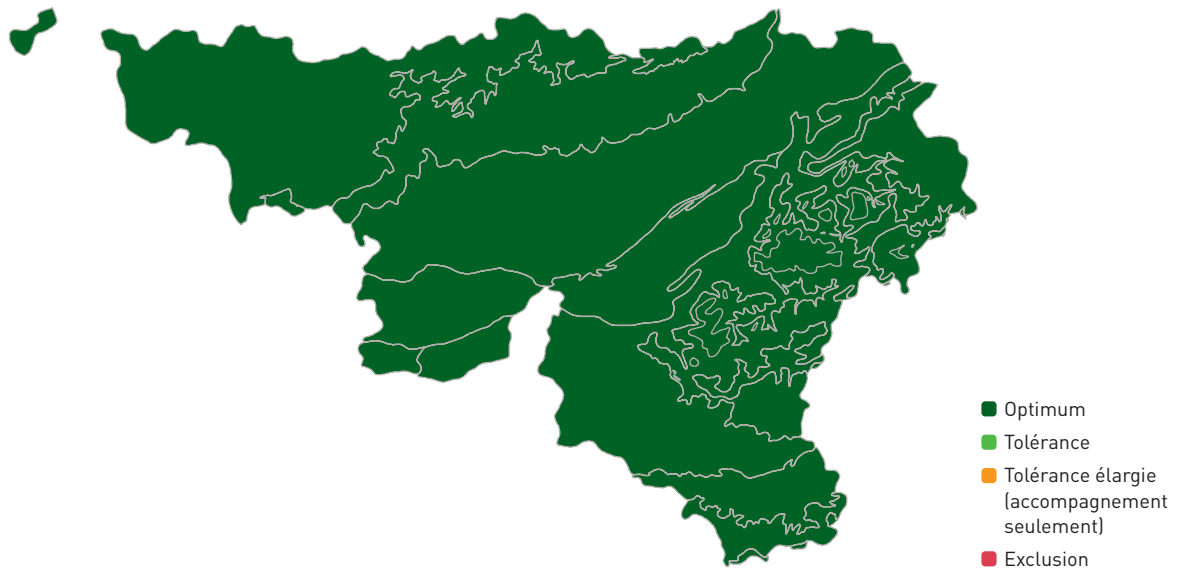
Précipitations annuelles totales : min. 500 mm



3.2 Compatibilité altitudinale



3.3 Sensibilités climatiques particulières

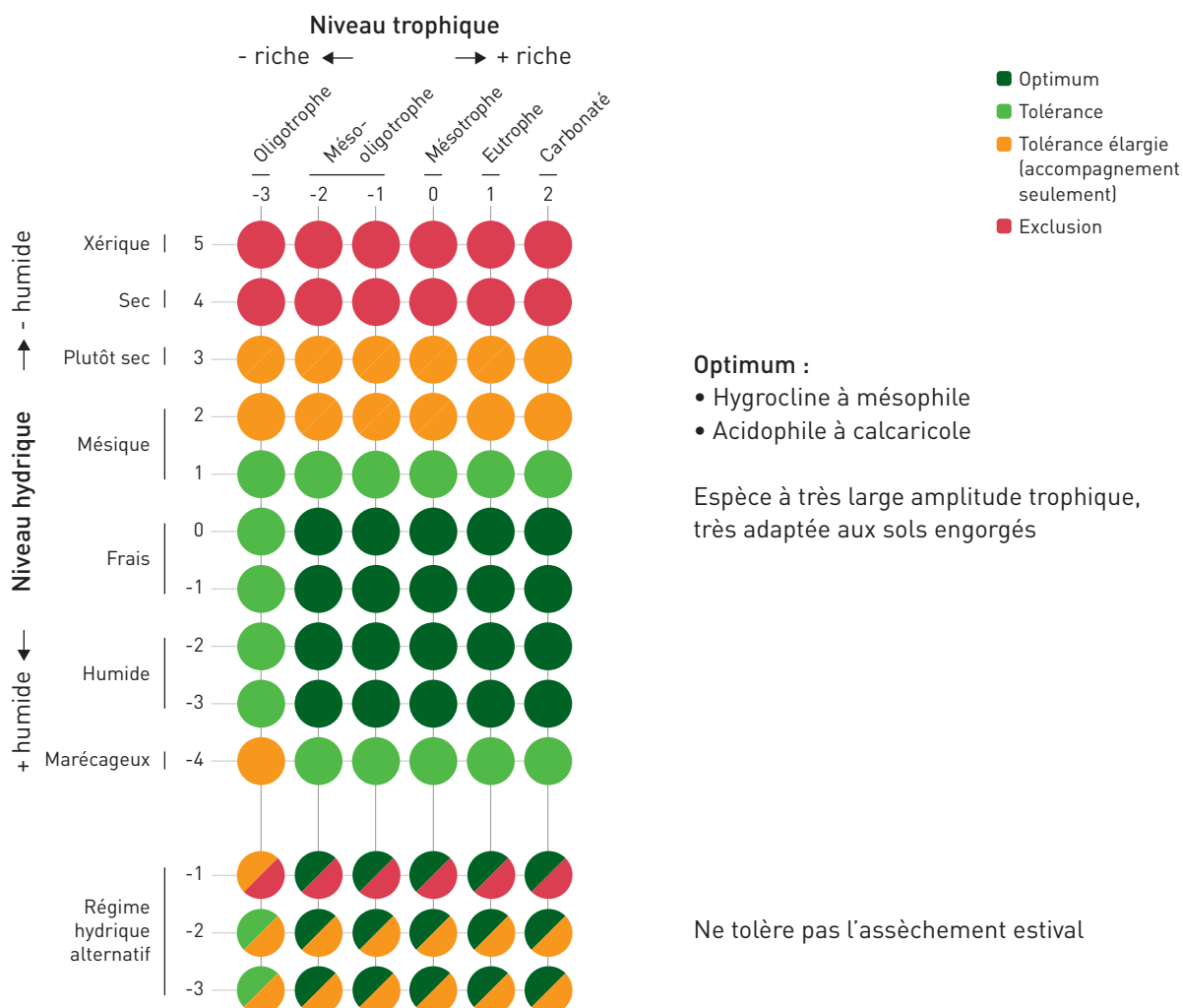


Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	TS 😞	Le bouleau pubescent requiert beaucoup d'humidité toute l'année.
Adulte	TS 😞	
Canicule		
Juvenile	S	
Adulte	S	
Neige et givre		
Juvenile	TS	Étant donné la souplesse du bouleau et la bonne adhérence du givre et de la neige sur ses rameaux, la sensibilité est augmentée lorsque l'arbre est élancé ou sa cime asymétrique (verse, casse, déracinement). Si la densité de plantation est importante, une bonne proportion du peuplement peut verser.
Adulte	S	
Vent		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Acidité : peu sensible

Sol carbonaté : non sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Sol oligotrophe ou podzolique pH < 3,8 ou Profil g	-3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **peu sensible**.

Stations en tolérance : mauvais enracinement, baisse de productivité.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4	Précipitations élevées (Ardenne)	Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif
Sol marécageux ● Drainage g	-4		Hydromorphie non fonctionnelle	Sondage pédologique

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** ☹️

Ne tolère pas l'assèchement estival.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage d	-1RHA	Contexte schisto-argileux de Famenne Sol peu profond : phases 2 ou 3 « Argiles blanches » (famille des sigles Gix et Ghx) à variante sèche*	En situation de RHA, les seules stations encore favorables à la production de bouleau correspondent aux plateaux à couverture limoneuse épaisse (> 2 m), à très grande réserve hydrique et qui restent pourvus en eau pendant la période de végétation (surtout les zones en légère dépression, cuvettes)	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)
● Drainage h, i	-2 et -3 RHA			

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).

Déficit hydrique : **très sensible** ☹️

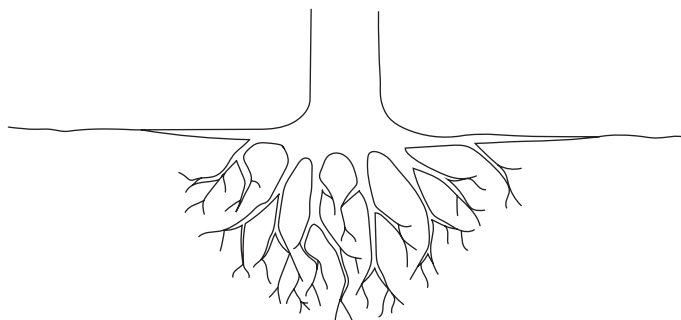
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Aucun	
● Sol sec à xérique	4-5			
●● Sol mésique à plutôt sec	1-3	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Position topographique d'apports en eau Précipitations élevées (Ardenne) Hygrométrie élevée (versant froid, fond de vallée encaissée) Présence d'argile en profondeur : substrat u, développement de profil a et pour textures L, A et E, variante de matériau parental y Sol profond (0, 1)	Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Oblique (en cœur).
- Moyennement à faiblement profond.



Sensibilités aux contraintes édaphiques

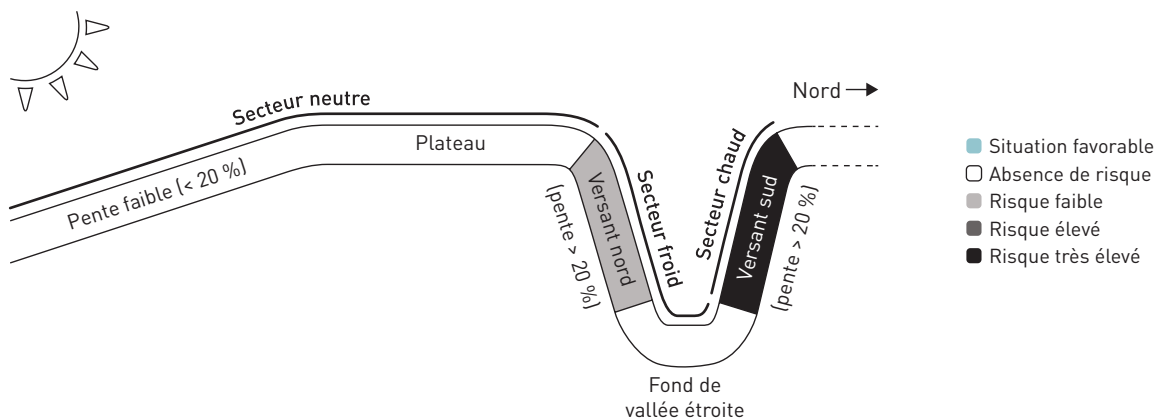
Compacité : peu sensible 😊

Anaérobiose : peu sensible

Bon à savoir :

- La pénétration des racines en profondeur est limitée dans les sols contraignants (les sols très pauvres et très caillouteux, les sols à pseudogley, les sols superficiels, les sols compacts,...), mais elle est compensée par un grand développement superficiel. Le bouleau reste donc globalement plus performant que la plupart des autres essences face à ces contraintes.
- Les racines se développent à un jeune âge et possèdent une grande capacité d'adaptation aux changements de leur environnement.
- L'espèce présente une très grande densité de racines fines.
- Il s'agit d'une des espèces aux mycorhizes les plus développées.

4.4 Effets des microclimats topographiques



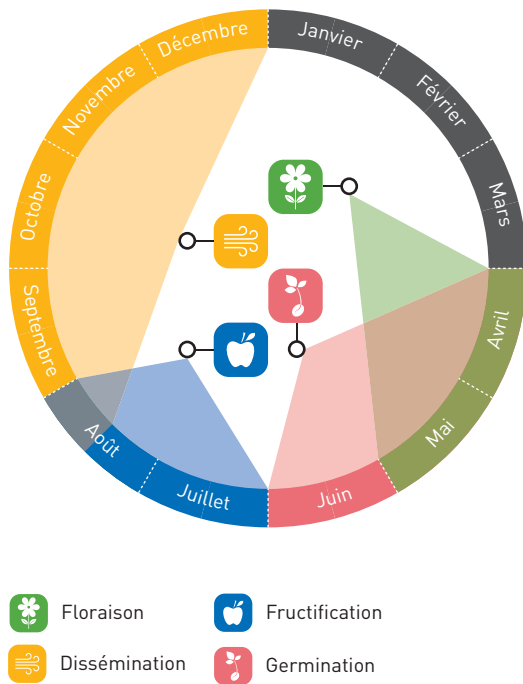
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Risque de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée.
Fond de vallée étroite	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Risque très élevé. Risque important de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : Mi-mars à mi-octobre.

Régénération sexuée



Régénération asexuée

Rejette de souche et drageonne.

Maturité sexuelle : **précoce entre 5 et 10 ans.**

Type de fleurs : **unisexuées.**

Localisation entre individus : **monoïque.**

Pollinisation : **anémogamie.**

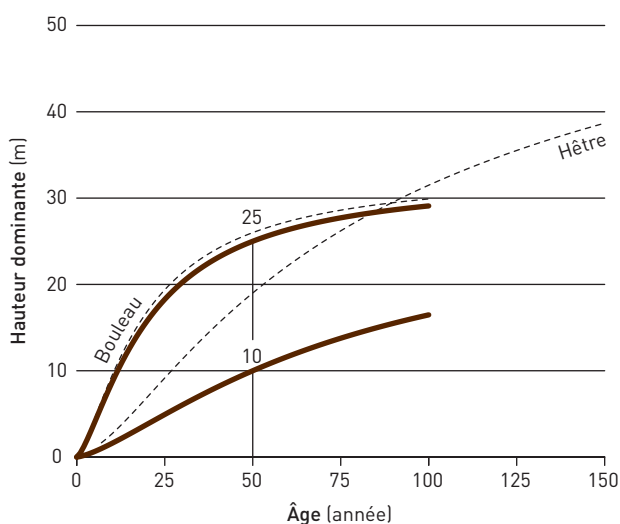
Type de fruit : **cônelets pendants (strobiles cylindriques) se désagrégant avec très petites samares ailées et des écailles trilobées.**

Fréquence des fructifications : **2 à 3 ans.**

Mode de dissémination : **anémochorie, (début à la mi-août et peut se poursuivre durant l'automne et le début d'hiver).**

Les graines sont orthodoxes et elles n'ont pas de dormance marquée. Néanmoins il existe dans le processus de germination une interaction complexe entre la lumière et la température. En conditions naturelles, les graines germent généralement le printemps qui suit la dispersion des graines.

5.2 Croissance et productivité



Croissance: précoce, moyennement rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité (m) : 20 à 25 m.

Productivité (AMV m³/ha/an) : 2 à 8 m³/ha/an vers 45 ans (peu productif).

Longévité : environ 100 ans.

Exploitabilité : maximum 70 ans (avant l'apparition de pourritures ou de colorations du bois).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

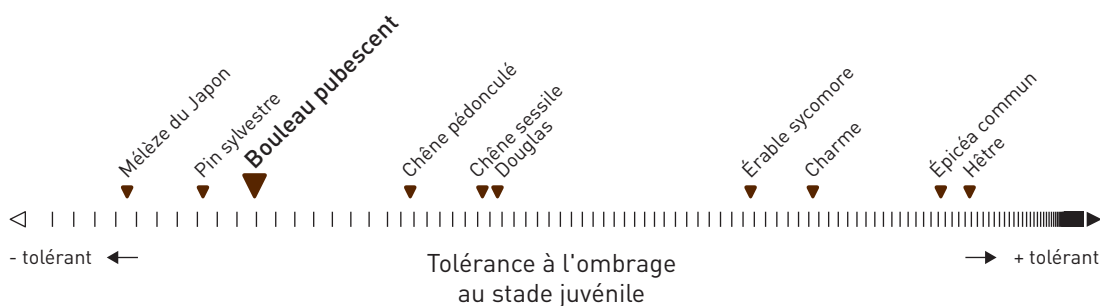
Stade juvénile

La germination n'est pas affectée par le manque de lumière mais le semis l'exige très rapidement.

Il ne supporte pas un couvert supérieur, ni même son propre couvert (à nuancer selon la sylviculture).

Stade adulte

Exige la pleine lumière et ne tolère pas la compétition latérale. La cime doit constamment être dégagée sous peine de voir très rapidement diminuer la proportion de cime vivante. La perte de cime est aggravée par le frottement des cimes entre voisins sous l'effet du vent.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Si l'arbre est isolé, grossissement très rapide des branches vertes
Faible	Mortalité rapide des parties ombragées de la cime et perte de croissance, voire mort de l'arbre
Mise en lumière brutale	Très légère propension aux gourmands pour les arbres très déséquilibrés

5.4 Précautions à l'installation

Plantation :

- Pour une bonne reprise, les plants, particulièrement sensibles, nécessitent un arrachage, un transport et une plantation soignés.

Régénération naturelle :

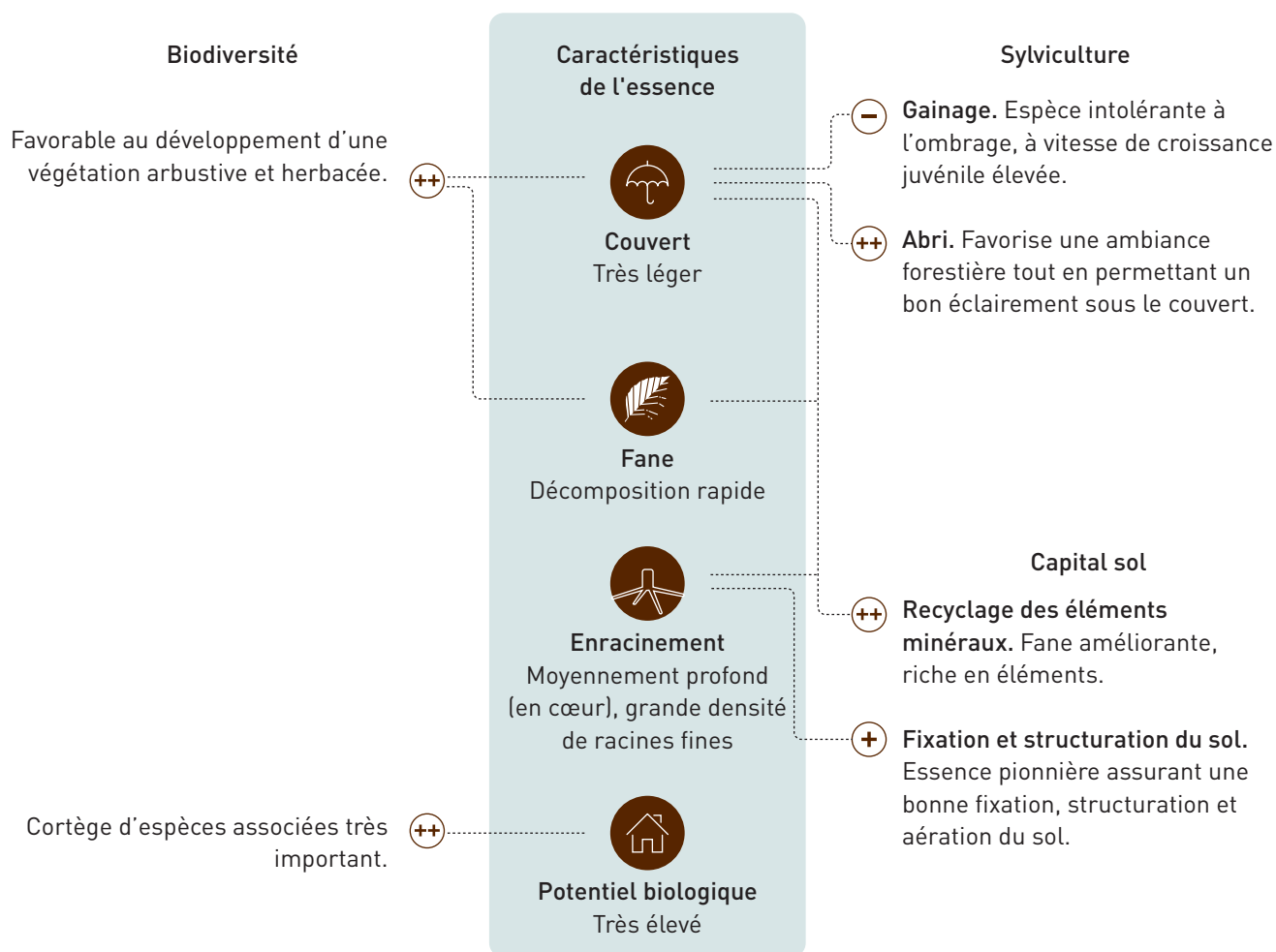
- Espèce pionnière colonisatrice des sols nus. Vu la grande quantité de graines produites et leur dissémination anémochore, le bouleau s'installe dans les trouées (tempêtes, mises à blanc, etc.) et terres remaniées (broyage, etc.).
- Graines à faibles réserves nécessitant un accès rapide au sol minéral : germination limitée par la strate herbacée.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Fourche ou coude	Reprise d'une branche latérale suite à la destruction du bourgeon apical ou de la pousse terminale ou lors du bris de la pointe	Taille, idéalement sur des branches de diamètre inférieur à 2 à 3 cm
Courbure	Contrainte au cours de la croissance (dégâts, phototropisme...)	Gestion de la compétition aérienne Sélection par l'éclaircie
Coloration ou pourriture de la grume	Vieillessement Blessure au tronc ou aux racines	Sylviculture précoce et dynamique afin de raccourcir la révolution Exploitation et travaux (taille et élagage) soignés Élagage des branches mortes subsistantes (entrée potentielle de pourriture) Éviter la coupe de branches vivantes de diamètre supérieur à 2 à 3 cm

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Forte	Très sensible à l'abrouissement
Écorcement	Faible	Surtout en cas de surdensité
Frottage	Moyenne	Très apprécié des cervidés, mais sa période de vulnérabilité est relativement courte étant donné sa forte croissance juvénile

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

La rouille du bouleau

Melampsorium betulinum

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : petites taches jaunes puis brunes bordées de jaune (face supérieure), pustules oranges pulvérulentes (face inférieure), défoliation précoce.

Conditions : conditions humides.

Caractère : primaire, moyennement fréquent.

Risque : propagation par voie aérienne.

Conséquence : mauvais aoûtement des rameaux et sensibilité accrue au gel, croissance ralentie des jeunes plants.

L'antracnose du bouleau

Discula betulina et *Marssonina betulae*

Site d'attaque : feuilles, rameaux.

Symptômes et dégâts : larges taches foliaires pouvant se rejoindre, jaunissement du limbe, chute prématurée du feuillage (forte attaque), nécroses de jeunes rameaux.

Conditions : printemps humides.

Caractère : primaire, moyennement fréquent.

Risque : propagation par voie aérienne.

Conséquence : impliqués dans dépérissement de jeunes bouleaux.

Le polypore du bouleau

Piptoporus betulinus

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : carpophores se développant sur tronc.

Conditions : arbre affaibli.

Caractère : secondaire, moyennement fréquent.

Risque : pour l'arbre.

Conséquence : dégradation du bois

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent – généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.



Insectes

Les bouleaux sont attaqués par de très nombreuses espèces d'impact mineur. Le scolyte du bouleau (*Scolytus ratzeburgi*) est extrêmement rare en Belgique en ne semble pas pouvoir poser de problèmes.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Utilisation possible en structure. Propriétés mécaniques comparables à celles du hêtre.
Utilisations extérieures	✓	Bois non durable mais facilement imprégnable. Le traitement thermique permet son utilisation à l'extérieur (bardage, etc.).
Utilisations intérieures	✓	Étant donné ses excellentes qualités technologique et esthétique, bois convenant très bien à l'ameublement, au parquet, à l'ébénisterie et à la menuiserie fine, notamment le placage et le contreplaqué multiplis. Usinage aisé.
Usages spécifiques	✓	Très apprécié pour la fabrication de papier, notamment en raison de sa blancheur. Anciennement : sabots et balais. Tournerie et modelage, loupes très recherchées. Décorations, nichoirs, etc. Emballages légers, jouets, bobines, ustensiles de cuisine. Bois énergie à combustion très rapide (pizzeria et boulangerie). Cosmétiques, molécules médicinales et eau de bouleau.

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☹️

Dans le cadre d'une augmentation des déficits hydriques printaniers et estivaux, les besoins en humidité du bouleau pubescent devraient confiner sa distribution aux sols bien pourvus en eau.

Son adaptabilité aux modifications de l'environnement est probablement amplifiée par un brassage génétique permanent (reproduction annuelle, non auto-fécondable, pollen et graines légères disséminés par le vent).

9 Références majeures

- Dubois H., Latte N., Lecomte H., Claessens H. 2016. Le bouleau, une essence qui s'impose. Description de la ressource dans son aire de distribution. Forêt. Nature 140 : 44-58.
- Dubois H., Latte N., Claessens H. 2017. Les peuplements à bouleau en forêt wallonne : reflet de la sylviculture du 20^e siècle. Forêt. Nature 142 : 56-66.





Bouleau verruqueux

Hänge-Birke^{DE}, Ruwe berk^{NL}, Silver birch^{EN}

Betula pendula ROTH

1 Résumé

1.1 Atouts

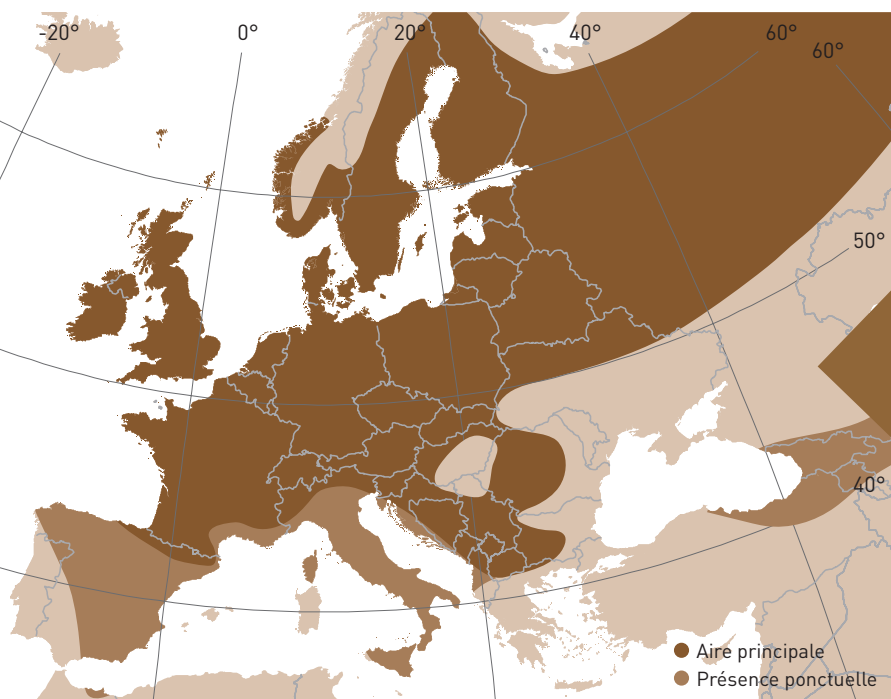
- Essence à **très large amplitude écologique**, capable de coloniser une grande diversité de milieux, y compris contraignants : stations très pauvres et acides, sèches, sub-humides. 😊
- **Grande résistance aux facteurs climatiques en général**: froid, gelées tardives et précoces, neige, vent, sécheresse.
- Impact positif sur l'**écosystème forestier**: fane améliorante, grande capacité d'accueil, couvert léger, intérêt esthétique et paysager.
- Quand l'essence est favorisée, **production rapide d'un bois de bonne qualité** technologique et esthétique.
- Peu attractif pour le **gibier**. Cependant, des bouleaux épars en accompagnement peuvent protéger l'essence d'intérêt en focalisant les dégâts de frotture.
- **Essence d'abri par excellence**, facilitant l'installation d'autres essences.
- Essence présentant un bon potentiel d'avenir dans le contexte des **changements climatiques**.

1.2 Limites

- Risque élevé d'apparition de **pourritures et coloration du bois** en cas de blessure à l'arbre.
- **Très colonisateur**, il peut **envahir** les plantations et semis d'autres essences et les détruire s'il n'y a pas d'intervention pour le limiter.
- **Peu longévif** et risque d'apparition de **pourriture de cœur précoce**, ce qui implique des **opérations sylvicoles précoces** et une **sylviculture dynamique** afin d'atteindre les dimensions commerciales avant la sénescence. Qualité généralement médiocre des grumes issues de peuplements non gérés.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Essence à large aire eurasiatique, le bouleau verruqueux est indigène en Belgique. Du fait de sa grande résistance au froid et de sa grande amplitude écologique, son aire de répartition s'étend vers l'est en Sibérie jusqu'au Kamtchatka, en Chine et au Japon. Dans le sud de son aire de répartition, en zone méditerranéenne, il se cantonne aux étages collinéen et subalpin. Il est retrouvé à plus de 2500 m sur les pentes sud du Grand Caucase.

Les bouleaux – verruqueux et pubescent confondus – constituent une des essences qui possède la plus grande zone de répartition en Europe. Ils sont très bien représentés dans les forêts tempérées et boréales. Il s'agit de l'essence feuillue la plus importante en Europe du Nord et de l'Est (11 à 16 % du volume de bois sur pied dans les pays scandinaves et 17 à 28 % dans les pays baltes). En Europe centrale et occidentale, où davantage d'essences composent la forêt, les bouleaux ne constituent que quelques pourcents du volume sur pied.

😊 Atout face aux changements climatiques

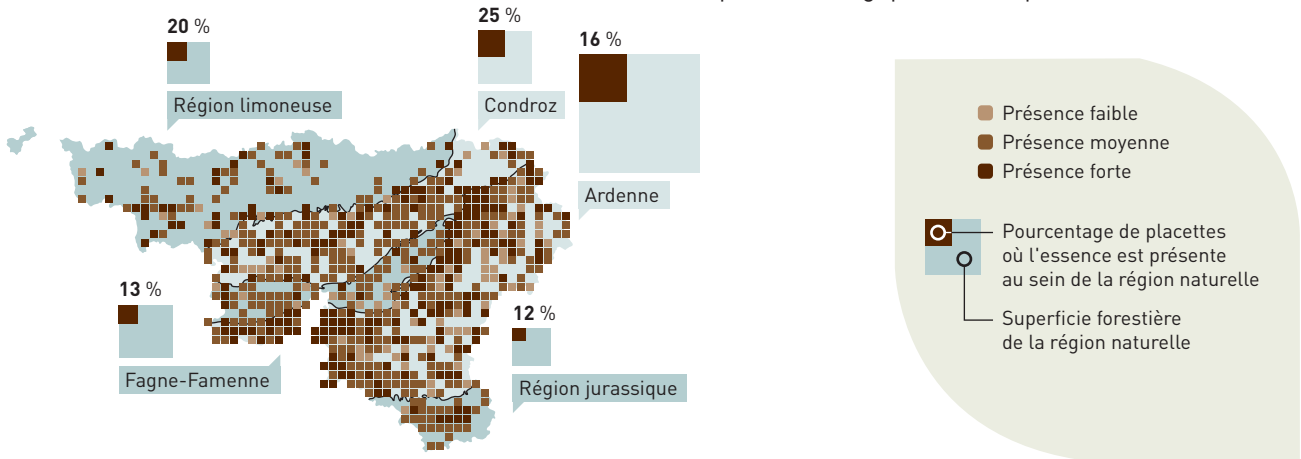
😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Étant donné la difficulté à différencier les deux espèces (parfois présentes en mélange), les bouleaux verruqueux et pubescent ont le plus souvent été inventoriés au niveau du genre. Ensemble, ils sont présents sur environ 17 % de la surface forestière productive wallonne. Ils sont bien représentés dans les différentes régions naturelles, sauf dans les grandes zones agricoles hesbignonne et hennuyère.

Ce sont des essences pionnières que l'on rencontre sous forme de peuplement pur (12 % des unités d'échantillonnage contenant des bouleaux) ou en mélange avec d'autres essences. La comparaison des inventaires indique que la proportion de bouleau en forêt wallonne est en augmentation.

Le bouleau verruqueux est de loin le plus fréquent des deux espèces, notamment en raison de sa plus grande amplitude écologique et de sa plus forte croissance.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : Cette espèce possède une très grande amplitude bioclimatique, englobant probablement toute la Wallonie. Il y a probablement de nombreux écotypes, ce qui explique peut-être l'absence d'informations quant aux limites.



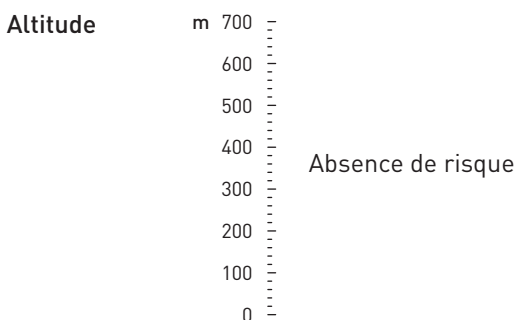
Températures minimale et maximale absolues : min. -49 °C / max. 43 °C



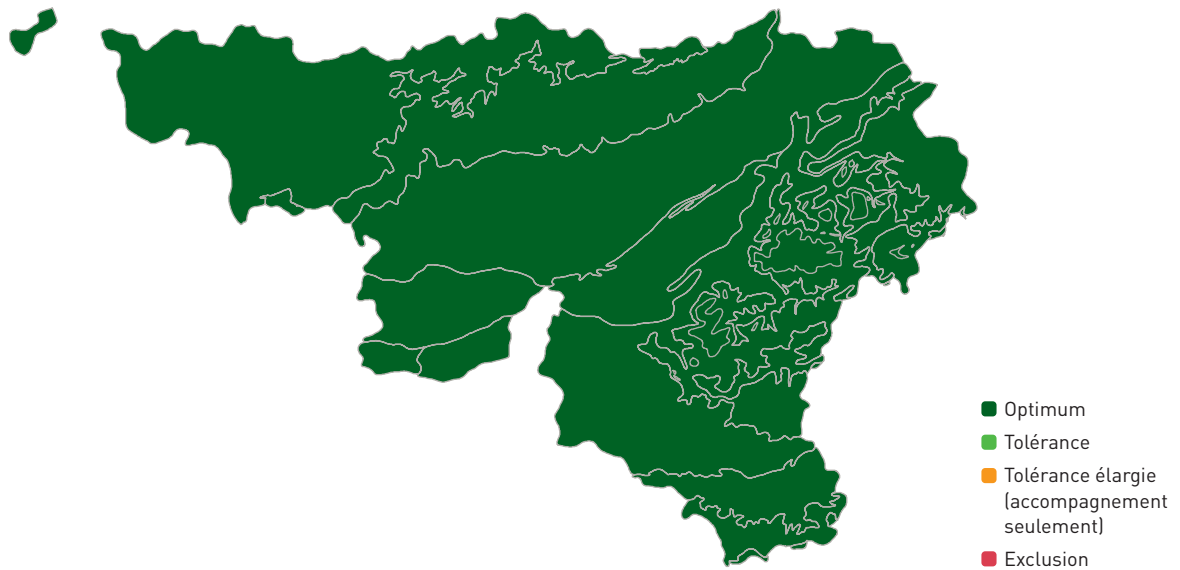
Précipitations annuelles totales : min. 500 mm



3.2 Compatibilité altitudinale



3.3 Sensibilités climatiques particulières

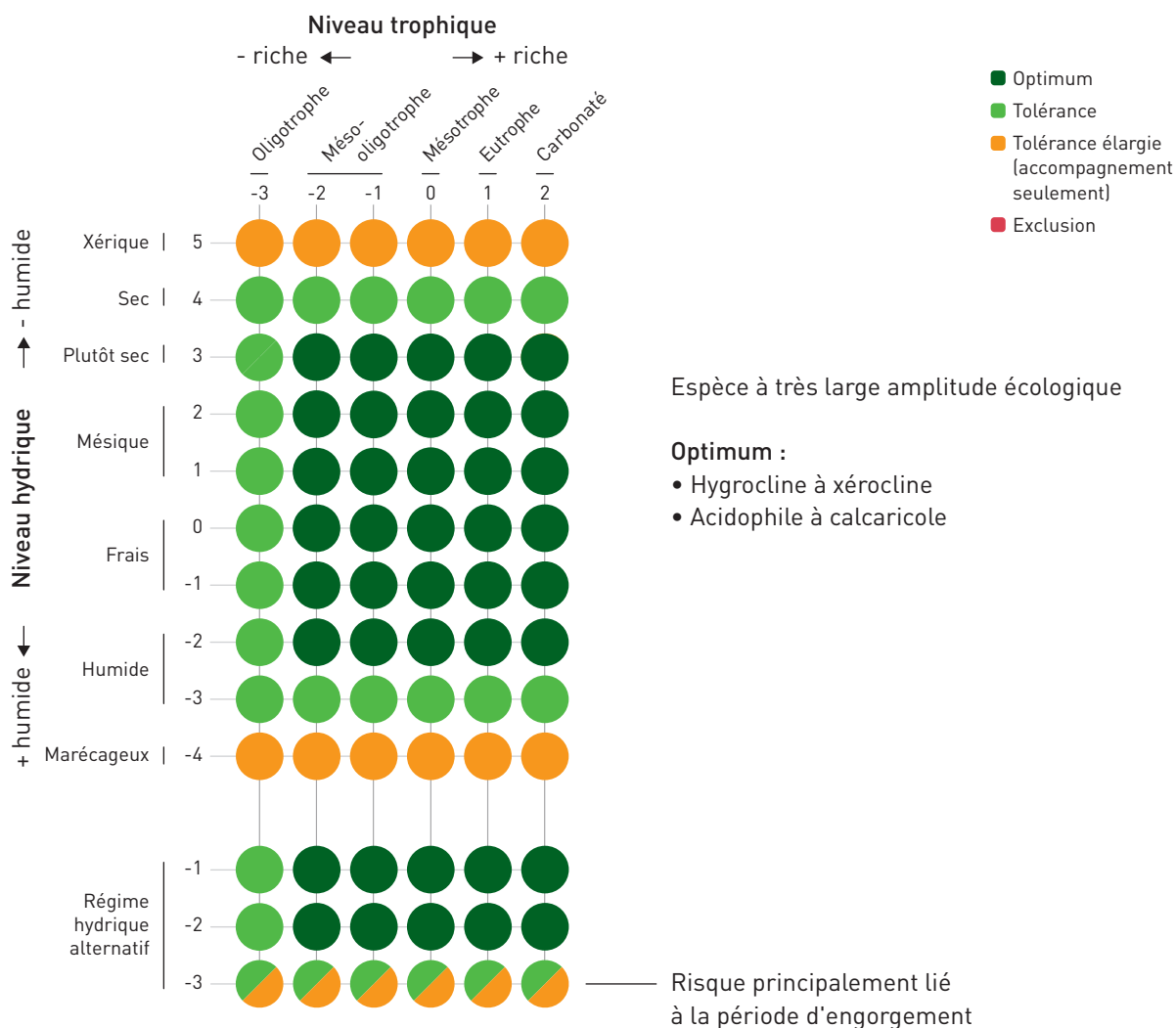


Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse 😊		
Juvenile	PS 😊	Lors de sécheresses combinées à la canicule, les feuilles jaunissent et tombent précocement et ce de manière plus importante que chez les autres feuillus. Il s'agit probablement d'une stratégie de régulation.
Adulte	PS	
Canicule 😊		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS	
Neige et givre		
Juvenile	TS	Étant donné la souplesse du bouleau et la bonne adhérence du givre et de la neige sur ses rameaux, la sensibilité est augmentée lorsque l'arbre est élan-cé ou sa cime asymétrique (verse, casse, déracinement). Si la densité de plantation est importante, une bonne proportion du peuplement peut verser.
Adulte	S	
Vent		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Acidité : peu sensible

Sol carbonaté : non sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Sol oligotrophe ou podzolique pH < 3,8 ou profil g	3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.).	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **peu sensible** 😊

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4		Aucun	Relevé floristique
Sol marécageux ● Drainage g	-4			Régime hydrique effectif
Sol humide ● Drainage f,i	-3	Précipitations élevées (Ardenne) Texture lourde (E, U) Sol compact	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	Sondage pédologique

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **peu sensible** 😊

Risque principalement lié à la période d'engorgement.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage d	-3RHA	Argiles blanches* (sigle Gix) à variante humide Contexte schisto-argileux de Famenne Apports d'eau locaux importants par la microtopographie : cuvette, zone de source ou de suintement Précipitations élevées (Ardenne)	Ressuyage rapide au printemps Sol meuble et/ou bien structuré Sol limoneux (texture A) profond Hydromorphie non fonctionnelle	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).Déficit hydrique : **peu sensible** 😊

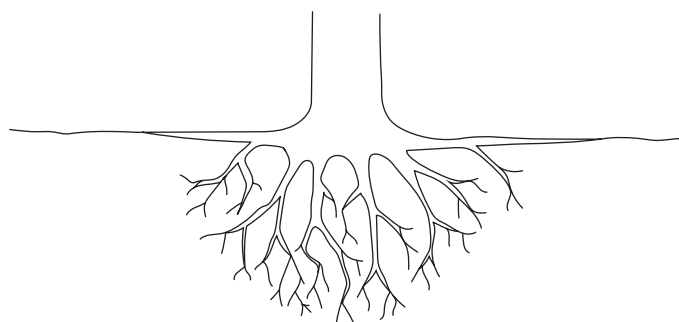
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Versant froid	Position topographique
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Nappe d'eau en profondeur	Sondage pédologique profond
●● Sol sec à xérique	4-5	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Oblique (en cœur)
- Moyennement à faiblement profond



Sensibilités aux contraintes édaphiques

Anaérobiose : peu sensible

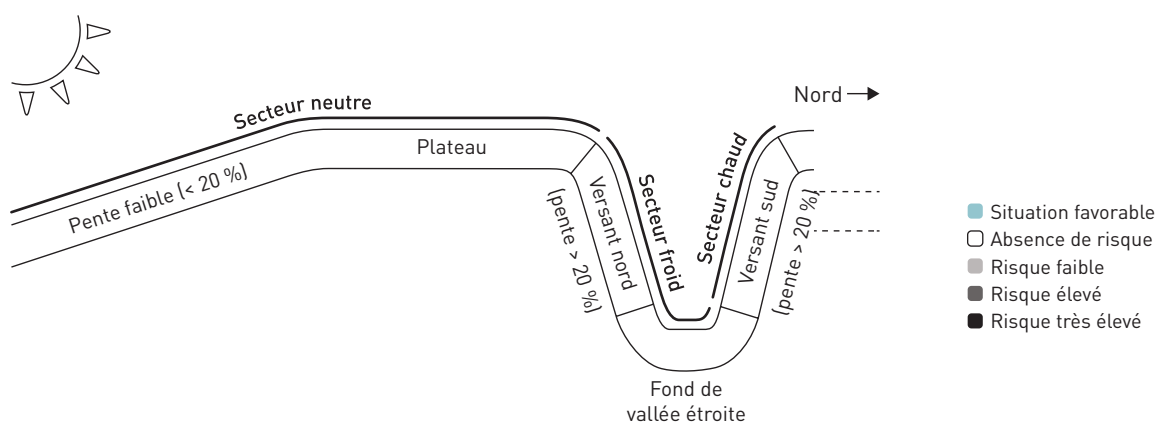
Compacité : sensible

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable
Substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Test de structure (sols argileux)
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis

Bon à savoir:

- La pénétration des racines en profondeur est limitée dans les sols contraignants (les sols très pauvres et très caillouteux, les sols à pseudogley, les sols superficiels, les sols compacts...), mais elle est compensée par un grand développement superficiel. Le bouleau reste donc globalement plus performant que la plupart des autres essences face à ces contraintes.
- Les racines se développent à un jeune âge et possèdent une grande capacité d'adaptation aux changements de leur environnement.
- L'espèce présente une très grande densité de racines fines.
- Il s'agit d'une des espèces aux mycorhizes les plus développées.

4.4 Effets des microclimats topographiques



Plaines, plateaux et pentes faibles Absence de risque.

Versant nord Absence de risque.

Fond de vallée étroite Absence de risque.

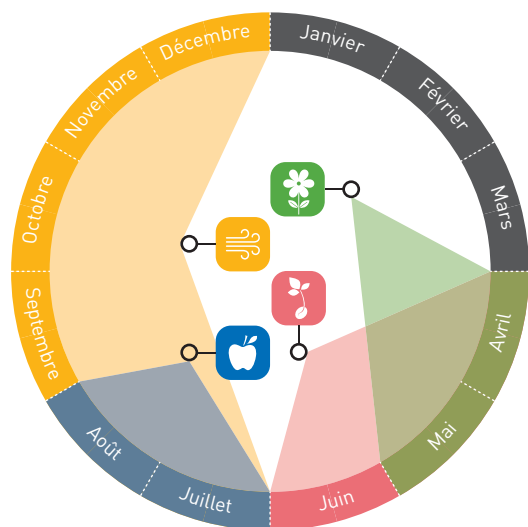
Versant sud Absence de risque.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : mi-mars à mi-octobre.

Régénération sexuée



Régénération asexuée

Rejette de souche et drageonne parfois.

Maturité sexuelle : **précoce entre 5 et 10 ans.**

Type de fleurs : **unisexuées.**

Localisation entre individus : **monoïque.**

Pollinisation : **anémogamie.**

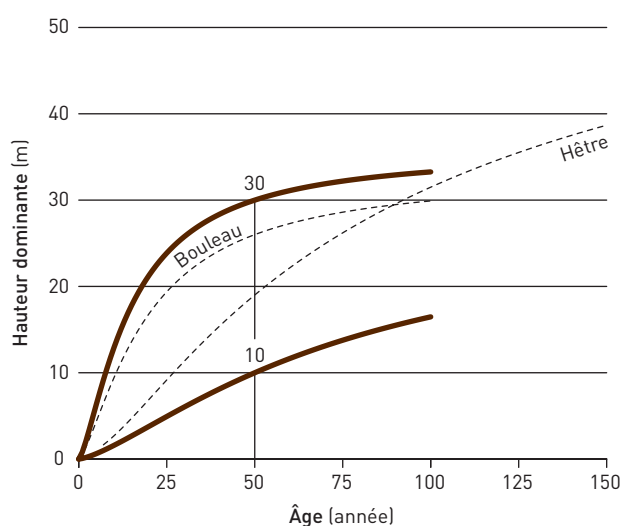
Type de fruit : **cônelets pendants (strobiles cylindriques) se désagrégant avec très petites samares ailées et des écailles trilobées.**

Fréquence des fructifications : **2 à 3 ans.**

Mode de dissémination : **Anémochorie, débute à la mi-juillet et peut se poursuivre durant l'été, l'automne et début d'hiver.**

Les graines sont orthodoxes et n'ont pas de dormance marquée. Néanmoins il existe dans le processus de germination une interaction complexe entre la lumière et la température. En conditions naturelles, les graines germent généralement le printemps qui suit la dispersion des graines.

5.2 Croissance et productivité



Croissance : très précoce, rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité (m) : 15 à 30 mètres.

Productivité (AMV m³/ha/an) : 4 à 10 m³/ha/an vers 45 ans (productif).

Longévité : environ 120 ans.

Exploitabilité : maximum 70 ans (avant l'apparition de pourritures ou de colorations du bois).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

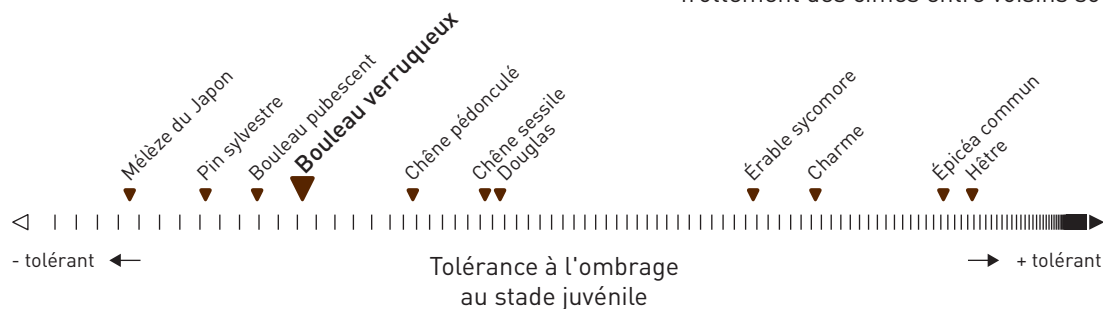
Stade juvénile

La germination n'est pas affectée par le manque de lumière mais le semis l'exige très rapidement.

Il ne supporte pas un couvert supérieur, ni même son propre couvert (à nuancer selon la sylviculture).

Stade adulte

Exige la pleine lumière et ne tolère pas la compétition latérale. La cime doit constamment être dégagée sous peine de voir très rapidement diminuer la proportion de cime vivante. La perte de cime est aggravée par le frottement des cimes entre voisins sous l'effet du vent.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Si l'arbre est isolé, grossissement très rapide des branches
Faible	Mortalité rapide des parties ombragées de la cime et perte de croissance, voire mort de l'arbre
Mise en lumière brutale	Très légère propension aux gourmands pour les arbres très déséquilibrés

5.4 Précautions à l'installation

Plantation :

- Pour une bonne reprise, les plants, particulièrement sensibles, nécessitent un arrachage, un transport et une plantation soignés.

Régénération naturelle :

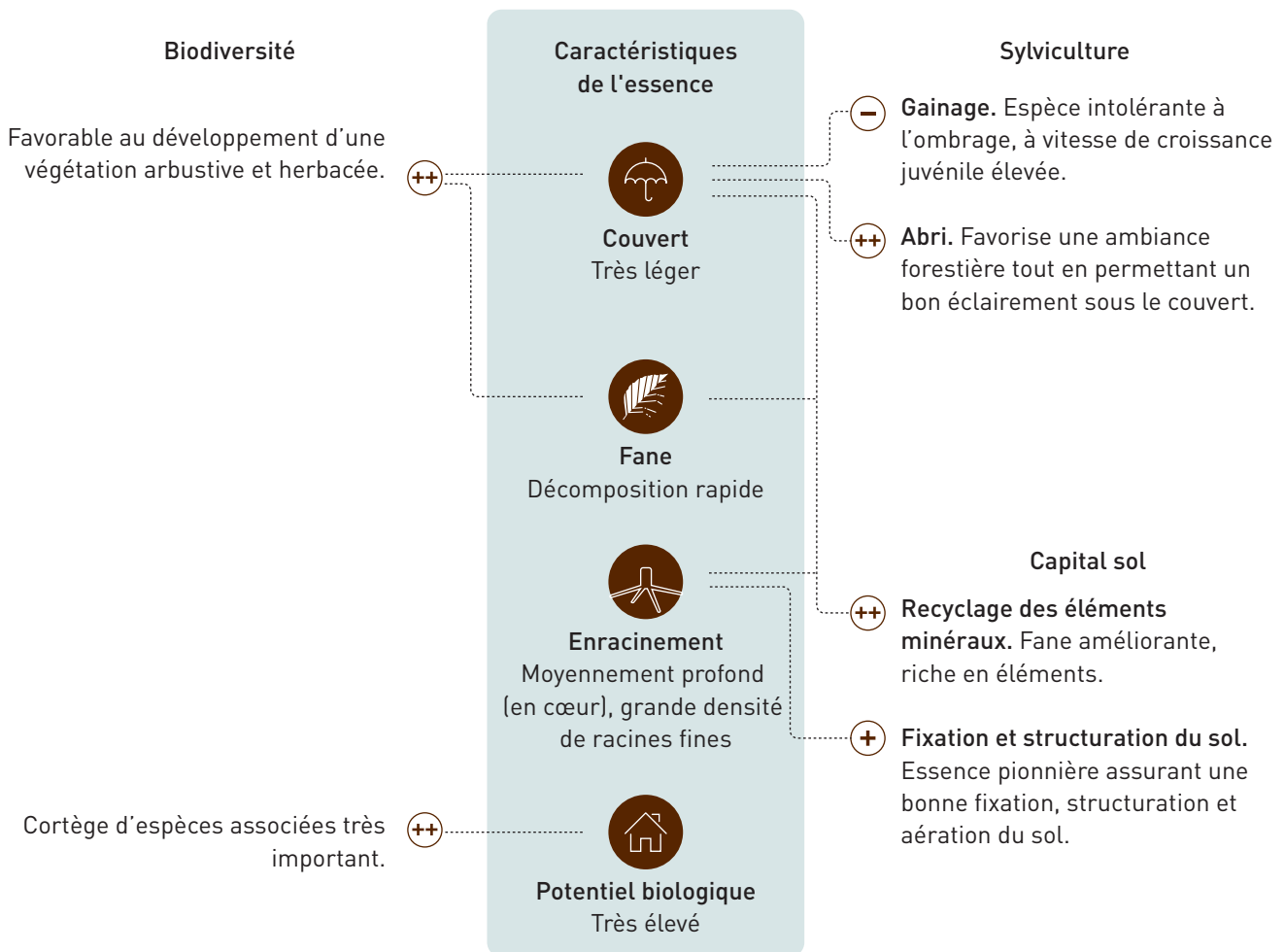
- Espèce pionnière colonisatrice des sols nus. Vu son omniprésence, la grande quantité de graines produites et leur dissémination anémochore, le bouleau s'installe souvent et rapidement dans les trouées (tempêtes, mises à blanc, etc.) et terres remaniées (broyage, etc.).
- Petites graines à faibles réserves nécessitant un accès rapide au sol minéral. La germination est donc limitée par la strate herbacée.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Fourche ou coude	Reprise d'une branche latérale suite à la destruction du bourgeon apical ou de la pousse terminale, ou lors du bris de la pointe	Taille, idéalement sur des branches de diamètre inférieur à 2 à 3 cm
Branche à insertion verticale	Probablement génétique	
Cannelure	Génétique	Sélection par l'éclaircie
Courbure	Contrainte au cours de la croissance (dégâts aux semis, phototropisme...)	Gestion de la compétition aérienne Sélection par l'éclaircie
Coloration ou pourriture de la grume	Vieillessement Blessure au tronc ou aux racines	Sylviculture précoce et dynamique afin de raccourcir la révolution Exploitation et travaux (taille et élagage) soignés Elagage des branches mortes subsistantes (entrée potentielle de pourriture) Eviter la coupe de branches vivantes de diamètre supérieur à 2 à 3 cm

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Faible	Peu attractif pour la faune sauvage. Ces dégâts sont cependant observés en cas de surdensité
Écorcement	Faible	
Frottage	Moyenne	Très apprécié des cervidés, mais sa période de vulnérabilité est relativement courte étant donné sa forte croissance juvénile

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

La rouille du bouleau

Melampsorium betulinum

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : petites taches jaunes puis brunes bordées de jaune (face supérieure), pustules oranges pulvérulentes (face inférieure), défoliation précoce.

Conditions : conditions humides.

Caractère : primaire, moyennement fréquent.

Risque : propagation par voie aérienne.

Conséquence : mauvais aoûtement des rameaux et sensibilité accrue au gel, croissance ralentie des jeunes plants.

L'antracnose du bouleau

Discula betulina et *Marssonina betulae*

Site d'attaque : feuilles, rameaux.

Symptômes et dégâts : larges taches foliaires pouvant se rejoindre, jaunissement du limbe, chute prématurée du feuillage (forte attaque), nécroses de jeunes rameaux.

Conditions : printemps humides.

Caractère : primaire, moyennement fréquent.

Risque : propagation par voie aérienne.

Conséquence : impliqués dans dépérissement de jeunes bouleaux.

Le polypore du bouleau

Piptoporus betulinus

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : carpophores se développant sur tronc.

Conditions : arbre affaibli.

Caractère : secondaire, moyennement fréquent.

Risque : pour l'arbre.

Conséquence : dégradation du bois.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire, fréquent, généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.



Insectes

Les bouleaux sont attaqués par de très nombreuses espèces d'impact mineur. Le scolyte du bouleau (*Scolytus ratzeburgi*) est extrêmement rare en Belgique et ne semble pas pouvoir poser de problèmes.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Utilisation possible en structure. Propriétés mécaniques comparables à celles du hêtre.
Utilisations extérieures	✓	Bois non durable mais facilement imprégnable. Le traitement thermique permet son utilisation à l'extérieur (bardage, etc.).
Aménagements intérieurs	✓	Étant donné ses excellentes qualités technologique et esthétique, bois convenant très bien à l'ameublement, au parquet, à l'ébénisterie et à la menuiserie fine, notamment le placage et le contreplaqué multiplis. Usinage aisé. Sciage et déroulage largement développés en Scandinavie.
Usages spécifiques	✓	Très apprécié pour la fabrication de papier, notamment en raison de sa blancheur. Anciennement : sabots et balais. Tournerie et modelage, loupes très recherchées. Décorations, nichoirs, etc. Emballages légers, jouets, bobines, ustensiles de cuisine. Bois énergie à combustion très rapide (pizzeria et boulangerie). Cosmétiques, molécules médicinales et eau de bouleau. Le bouleau « flammé » et le « curly birch » sont des figurations du bois très recherchées.

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☺

D'un point de vue abiotique, le bouleau verruqueux apparaît comme une essence bien armée pour faire face aux changements climatiques.

Le bouleau verruqueux est en effet décrit comme une des essences les plus rustiques, supportant les froids rigoureux et les températures élevées, et peu sensible aux sécheresses. Son aire de répartition et son amplitude hydrique sont larges.

Son adaptabilité aux modifications de l'environnement est probablement amplifiée par un brassage génétique permanent (reproduction annuelle, non auto-fécondable, pollen et graines disséminés par le vent), qui le rend potentiellement présent sur tout type de station.

9 Références majeures

- Dubois H., Latte N., Lecomte H., Claessens H. 2016. Le bouleau, une essence qui s'impose. Description de la ressource dans son aire de distribution. Forêt.Nature 140 : 44-58.
- Dubois H., Latte N., Claessens H. 2017. Les peuplements à bouleau en forêt wallonne : reflet de la sylviculture du 20^e siècle. Forêt.Nature 142 : 56-66.
- Hein S., Winterhalter D., Wilhelm G. J., Kohnle U. 2011. La production de bois de qualité en bouleau verruqueux : opportunités et limites sylvicoles. Partie 1 : croissance en hauteur et élagage naturel. Forêt Wallonne 110 : 33-42.
- Hein S., Winterhalter D., Wilhelm G. J., Kohnle U. 2011. La production de bois de qualité en bouleau verruqueux : opportunités et limites sylvicoles. Partie 2 : croissance en diamètre, largeur du houppier, coloration du bois et conséquences sylvicoles. Forêt Wallonne 110 : 43-52.





Charme commun

Hainbuche^{DE}, Haagbeuk^{NL}, Hornbeam^{EN}

Carpinus betulus L.

CHARME
COMMUN

1 Résumé

1.1 Atouts

- Essence particulièrement adaptée pour le **gainage** des peuplements et la gestion de l'ombrage au sol.
- Tolérant à l'anoxie et à la compacité, permettant la mise en valeur des stations à **régime hydrique alternatif** (chênaies- charmaies de Famenne, par exemple). 😊
- **Peu affecté** par les **facteurs climatiques** en général, tant en hiver (gel, neige, gelées précoces ou tardives), qu'en été (sécheresses estivales, hautes températures). Très résistant au vent. 😊
- **Fane améliorante**, favorable au recyclage des éléments, apportant une contribution positive dans les peuplements mélangés (hêtraies, chênaies).
- Essence présentant un bon potentiel d'avenir dans le contexte des **changements climatiques**. 😊

1.2 Limites

- Peu adapté à la production de bois d'œuvre, du fait de **grumes de qualité moyenne**, tant en forme (cannelure) qu'en **dimensions**. Par contre apprécié en trituration ou en bois de feu.
- Acidocline, tolère mal les **stations très acides**.
- Très sensible à l'**abrouissement**.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



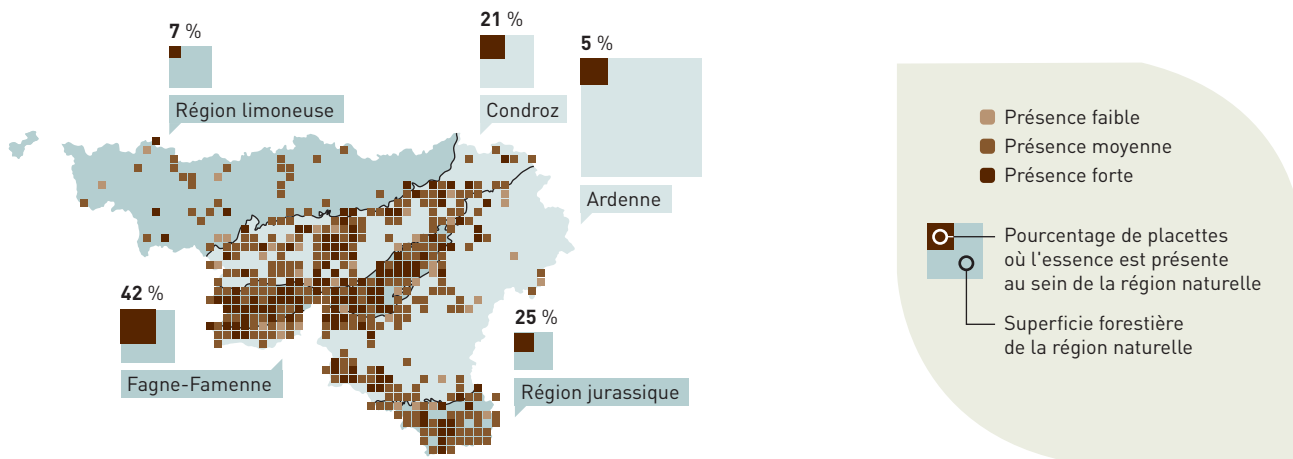
Espèce des plaines et collines, indigène en Belgique. Distribution de type médio-européenne à subcontinentale, excluant une grande partie de la zone méditerranéenne. Vers l'est, l'aire de distribution s'étend jusqu'aux rives de la mer Noire et de la mer Caspienne, en englobant le Caucase.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Le charme est présent sur 13 % des surfaces forestières inventoriées de la forêt wallonne. En Wallonie, le charme est généralement traité comme une essence compagne du sous-étage (seulement 6 % de peuplements purs), principalement en taillis.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

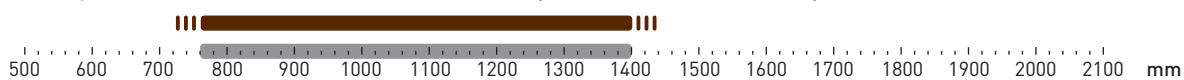
Température annuelle moyenne : essence adaptée au contexte climatique wallon*



Températures minimale et maximale absolues : min. -29 °C et max. 40 °C

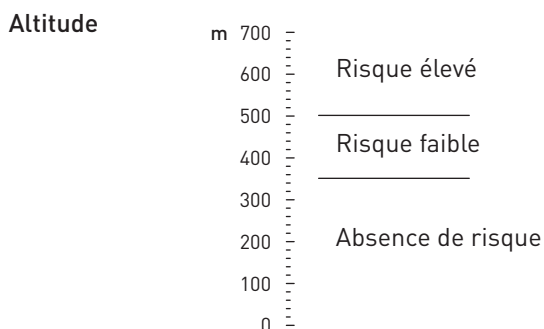


Précipitations annuelles totales : essence adaptée au contexte climatique wallon*



*Absence de données dans la littérature

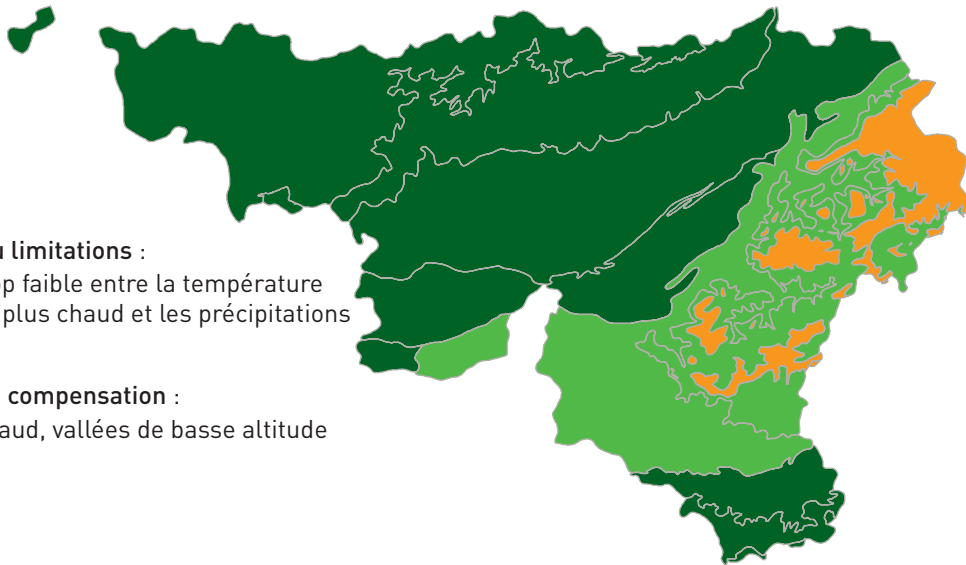
3.2 Compatibilité altitudinale



3.3 Sensibilités climatiques particulières

Risques ou limitations :
rapport trop faible entre la température
du mois le plus chaud et les précipitations
annuelles

Facteur de compensation :
secteur chaud, vallées de basse altitude



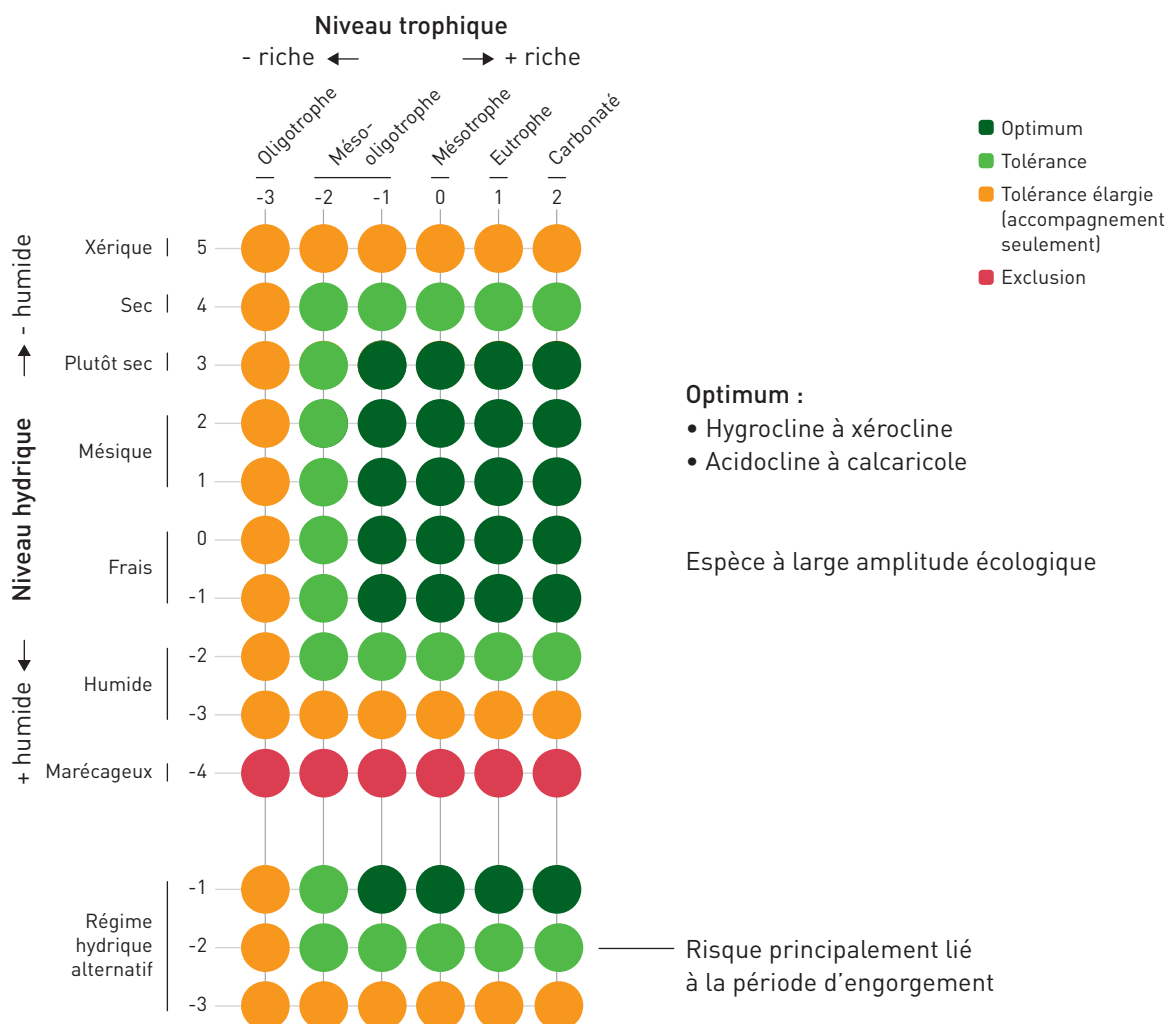
- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie
(accompagnement
seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Canicule		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : non sensible

Acidité : sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Sol oligotrophe ou podzolique Profil g ou pH < 3,8	-3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur
● Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique Profil f ou pH 3,8-4,5	-2			

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4		Aucun	Relevé floristique
Sol marécageux ● Drainage g	-4			Régime hydrique effectif
Sol très humide à modérément humide ● Drainage f, i ● Drainage e, h	-3 -2	Précipitations élevées (Ardenne)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	Sondage pédologique

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible**

Risque principalement lié à la période d'engorgement.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA	« Argiles blanches »* (Gix et Ghx) Précipitations élevées (Ardenne)	Ressuyage rapide au printemps Sol bien structuré et/ou contexte calcaire (marne, macigno, argile de décarbonatation, etc.)	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture
● Drainage h	-2 RHA	Apports d'eau locaux importants (microtopographie) : cuvette, zone de sources	Sol meuble Sol limoneux profond Hydromorphie non fonctionnelle	Test de compacité Test de structure (sols argileux)

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).

Déficit hydrique : peu sensible 😊

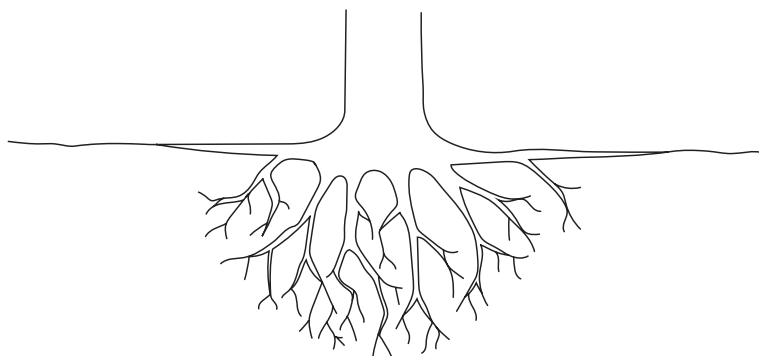
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Nappe d'eau en profondeur	
● ● Sol sec à xérique	4-5	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Oblique
- Moyennement profond

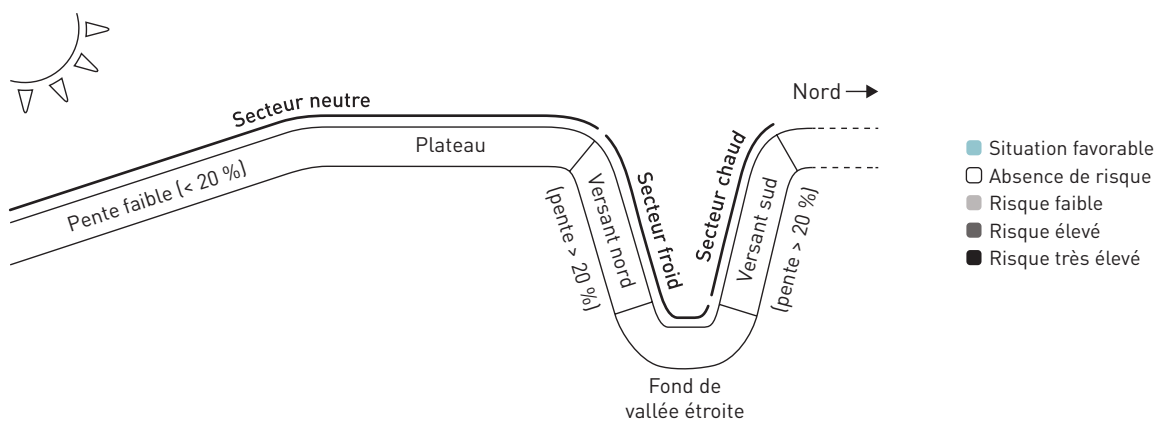


Sensibilités aux contraintes édaphiques

Anaérobiose : **sensible**

Compacité du sol : **peu sensible**

4.4 Effets des microclimats topographiques



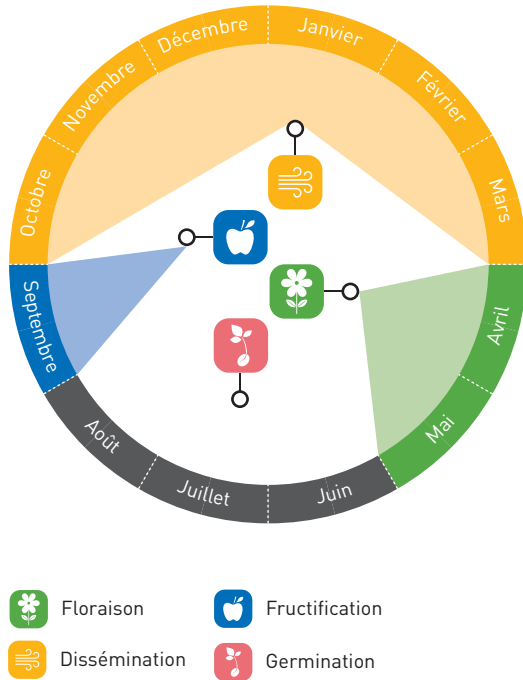
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Fond de vallée étroite	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant sud	<input type="checkbox"/> Absence de risque.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : mi-avril à mi octobre.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : 20-30 ans en peuplement mais 10-20 ans à l'état isolé.

Type de fleurs : **unisexuées**.

Localisation entre individus: **monoïque**.

Pollinisation : **anémogamie**.

Type de fruit : **akène**.

Fréquence des fructifications : régulière, **2 à 3 ans**.

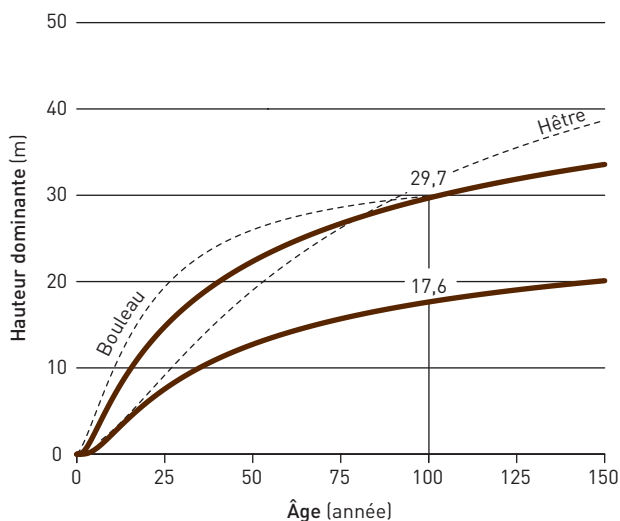
Mode de dissémination : **anémochorie, zoochorie**.

Les graines sont orthodoxes et ont une profonde dormance. La dissémination des graines est aussi très étalée. La germination peut donc aussi s'étaler dans le temps et n'a donc pas nécessairement lieu le printemps qui suit la fructification. En conditions artificielles, la dormance pour être levée complètement, nécessite une stratification en phase chaude (15-20°C) suivie d'une phase froide (4°C) qui peut aller de 18 à 20 semaines. Mais si la graine est récoltée et semée à l'état vert vers la fin de l'été, elle peut lever directement après l'hiver.

Régénération asexuée

Le charme rejette de souche abondamment et vigoureusement jusqu'à un âge avancé. Les branches inférieures se marcottent parfois au contact avec le sol.

5.2 Croissance et productivité



Non validée pour la Belgique

Croissance: précoce, moyennement rapide et moyennement soutenue.

Hauteur à maturité (m): 25 à 30 m.

Productivité (AMV m³/ha/an) : non documentée en Wallonie (productif).

Longévité: 100 à 150 ans.

Exploitabilité : 40 à 80 ans.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

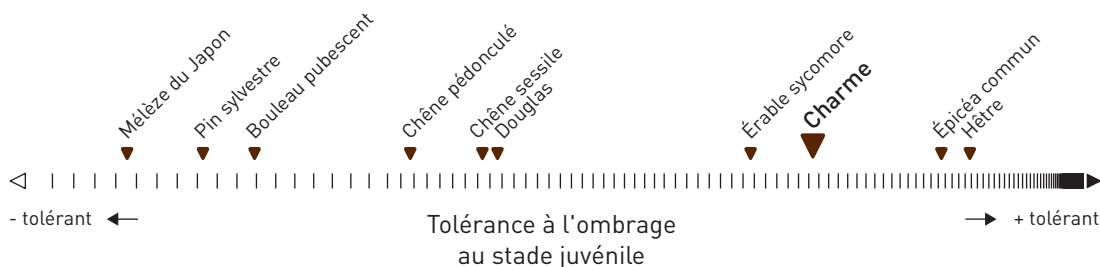
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Essence tolérante à l'ombrage.
Supporte un éclairage faible mais réagit très bien à la mise en lumière brutale en termes de croissance.

Stade adulte

Tolère l'ombrage, supporte une mise en lumière brutale.
Peut être éduqué dans le sous-étage.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclairément	Risque
Élevé	Absence de données
Faible	
Mise en lumière brutale	

5.4 Précautions à l'installation

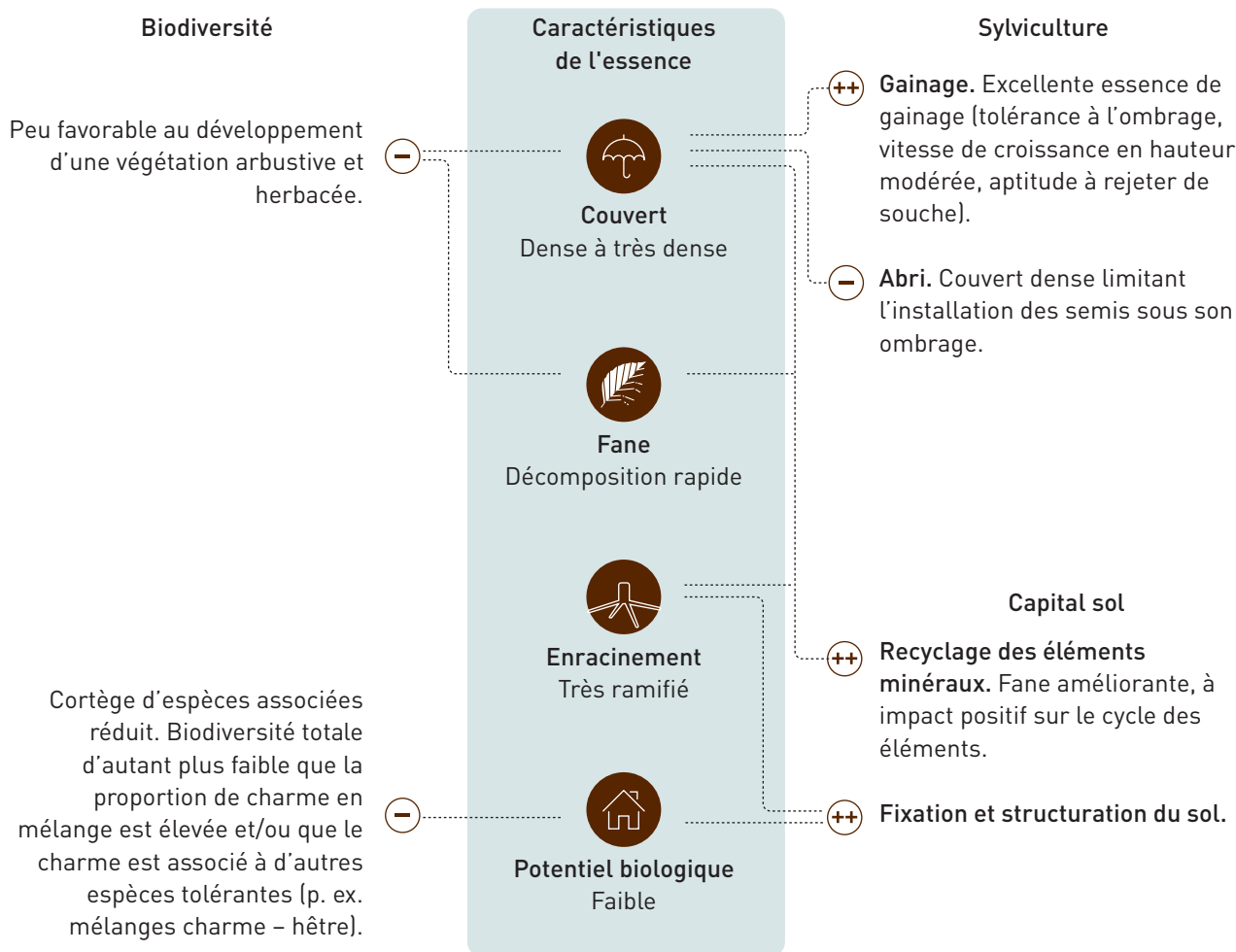
Essence d'accompagnement fortement compétitive dans son aire optimale.
Le couvert du charme doit être dosé attentivement (cf. sous-rubrique « Impacts sylvicoles et écosystémiques »).

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Cannelure	Propre à la croissance de l'essence	

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Forte	
Écorcement	Moyenne	
Frottage	Faible	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux



Pathogènes

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.



Insectes

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		
Utilisations extérieures		
Utilisations intérieures	✓	
Usages spécifiques		Coutellerie, bois amélioré, excellent bois de feu, cintrage.

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☺

D'un point de vue abiotique, le charme apparait comme une essence bien armée pour faire face aux changements climatiques.

Son aire de distribution s'étend en effet jusqu'aux plaines d'Europe de l'Est, où il est naturellement adapté aux périodes estivales chaudes et sèches.

L'espèce étant assez tolérante au manque d'eau, elle colonise en Wallonie des milieux contraignants pour d'autres espèces : versants sud, pentes fortes, sols superficiels, etc. Le charme constitue par exemple – en compagnie du chêne sessile – l'essence typique de remplacement du hêtre dans les milieux trop secs pour ce dernier (chênaies-charmaies xéroclines).

9 Références majeures





Cèdre de l'Atlas

Atlaszeder^{DE}, Atlasceder^{NL}, Atlas Cedar^{EN}

Cedrus atlantica (Endl.) Carr.

CÈDRE DE
L'ATLAS

1 Résumé

1.1 Atouts

- Relativement indifférent à la **richesse minéralogique** du sol, tolère les contextes très acides à calcaires.
- Très bonne **résistance à la sécheresse** (climatique et édaphique) de par un enracinement particulièrement profond. 😊
- **Bois** de bonne qualité et très durable, apte à une grande diversité d'usages.
- Essence présentant un bon potentiel d'avenir dans le contexte des **changements climatiques**. 😊

1.2 Limites

- **Enracinement très sensible à la compacité et à l'engorgement**. Éviter absolument les stations humides ou à régime hydrique alternatif. 😞
- Espèce exigeante en **chaleur**, très sensible aux **brouillards**, aux **gelées** tardives et précoces. Sa culture est inadaptée aux stations de haute altitude (>400m).
- **Bois cassant**, sensible aux dégâts de vent et de neige lourde.
- Très sensible à l'**abrouissement** par la faune sauvage.
- **Héliophile**, ne supporte pas la **concurrence**, au stade adulte comme dans sa phase d'installation.
- **Branchaison** importante.
- Pas de **régénération naturelle** observée en Wallonie actuellement.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Originaire d'Afrique du Nord, le cèdre de l'Atlas est endémique de certaines montagnes marocaines (Moyen Atlas, Rif et Haut Atlas oriental) et algériennes (principalement sur l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien) à des altitudes variant de 1400 à 2200 m.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

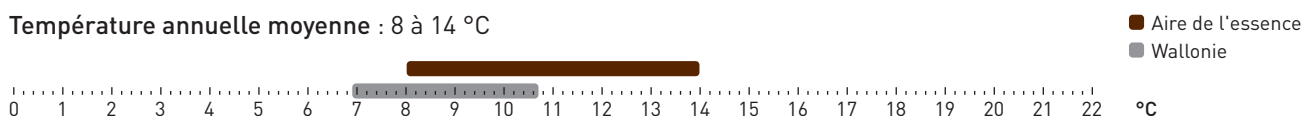
2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Non spécifiquement identifié au sein de l'Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie.

3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

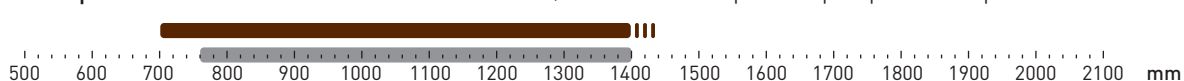
Température annuelle moyenne : 8 à 14 °C



Températures minimale et maximale absolues : max. 37 °C



Précipitations annuelles totales : min. 700 mm (avec au moins un quart des précipitations se produisant en saison de végétation)



Un excès d'humidité ne lui convient pas : attention aux brouillards !

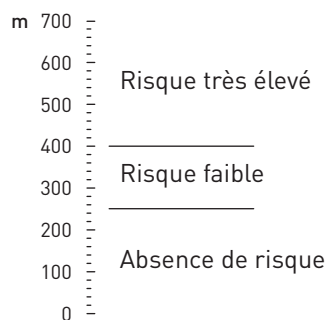
L'humidité de l'air modifie sa tolérance aux absolus minimums : si elle est élevée, dès -15 °C, le cèdre subit des dégâts.

En atmosphère sèche il supporte jusque -20 à -25°C.

3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

À partir de 250 m d'altitude, le cèdre de l'Atlas commence à souffrir de températures hivernales trop faibles ainsi que de gelées précoces et tardives. Dès 400 m d'altitude, les neiges lourdes deviennent également un facteur de risque.



3.3 Sensibilités climatiques particulières

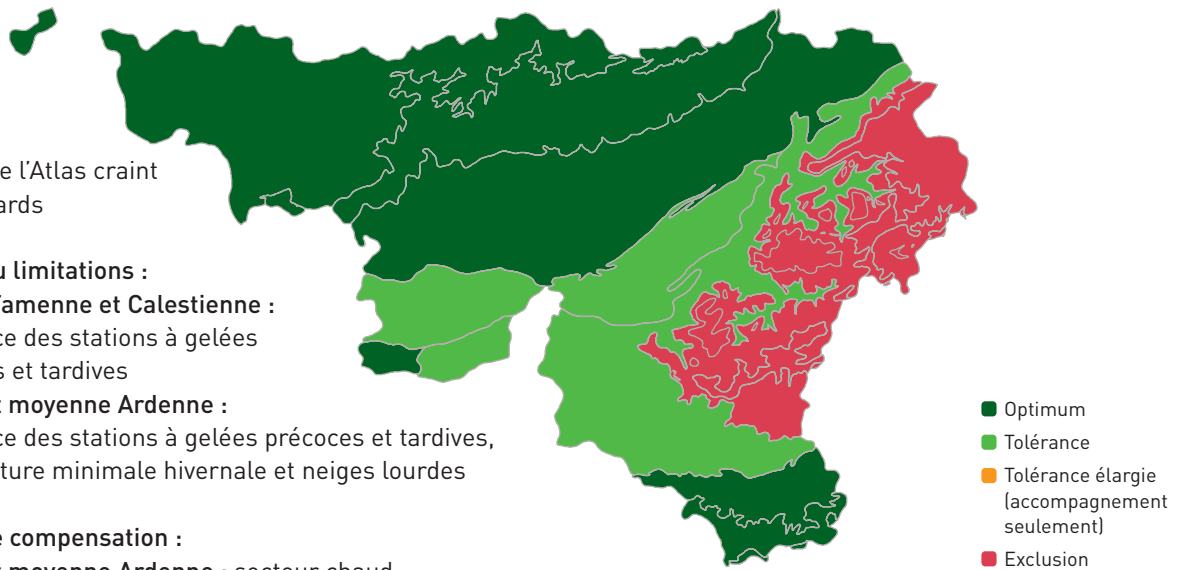
Le cèdre de l'Atlas craint les brouillards

Risques ou limitations :

- **Fagne, Famenne et Calestienne** : fréquence des stations à gelées précoces et tardives
- **Basse et moyenne Ardenne** : fréquence des stations à gelées précoces et tardives, température minimale hivernale et neiges lourdes

Facteur de compensation :

- **Basse et moyenne Ardenne** : secteur chaud

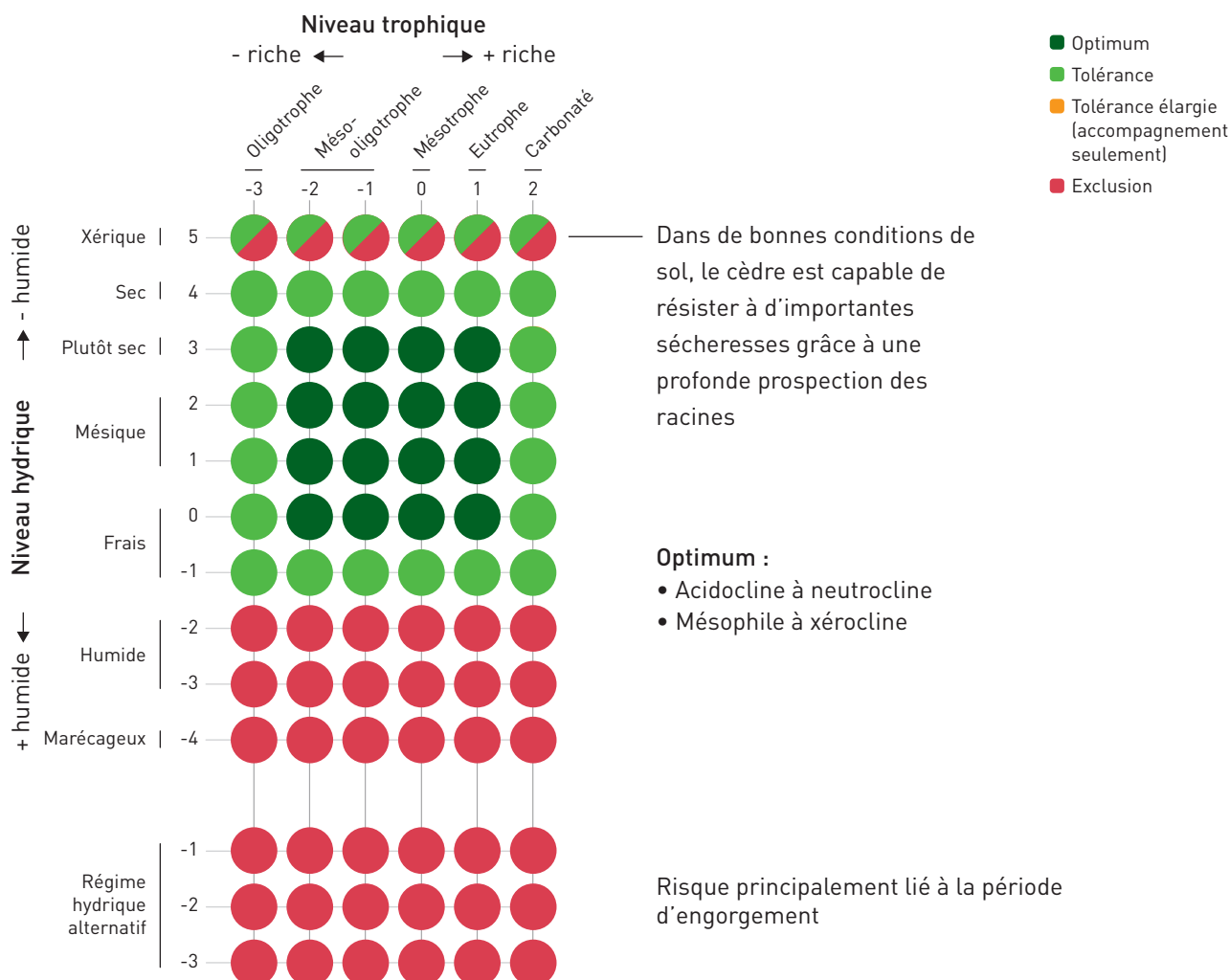


Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	TS	La période de végétation du cèdre de l'Atlas (avril à octobre) est plus longue comparativement aux autres conifères, le rendant sensible aux gelées tardives et précoces
Adulte	S	
Gelée précoce		
Juvenile	S	
Adulte	S	
Sécheresse		
Juvenile	S	
Adulte	PS 😊	Sur sols meubles ou bien drainés, le cèdre de l'Atlas présentera un système racinaire profond et bien développé lui permettant d'aller chercher l'eau en profondeur et de résister à la sécheresse
Canicule		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	TS	Son bois cassant rend le cèdre sensible aux dégâts de neige lourde (bris de cime et de branches)
Adulte	TS	
Vent		
Juvenile	S	Son bois cassant rend le cèdre sensible aux dégâts de vent (bris de cime et de branches)
Adulte	S	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **peu sensible**
(diagnostic complémentaire : test HCl sur terre fine et mesure du pH).

Acidité : **peu sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Sol oligotrophe ou podzolique Profil g ou pH < 3,8	-3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : très sensible ☹️

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique
Sol marécageux à modérément humide ● Drainage g ● Drainage f, i ● Drainage e, h	-4 -3 -2		Aucun	
Sol frais ● Drainage d	-1	Précipitations élevées (Ardenne) Sol compact Texture lourde (E, U)	Sol meuble et/ou bien structuré Hydromorphie non fonctionnelle Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie > 60-70cm	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : très sensible ☹️

Risque principalement lié à la période d'engorgement.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA			Aucun
● Drainage h	-2 RHA			
● Drainage d	-1 RHA			

Déficit hydrique : peu sensible 😊

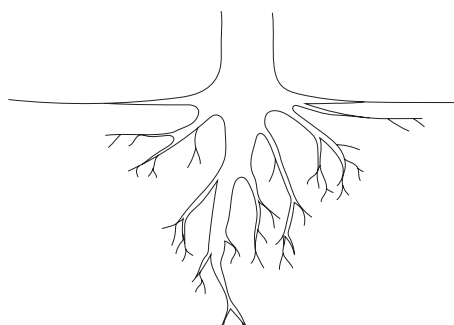
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	Position topographique
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5			Sondage pédologique profond
● ● Sol sec à xérique	4-5			Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Pivotant
- Très puissant 😊



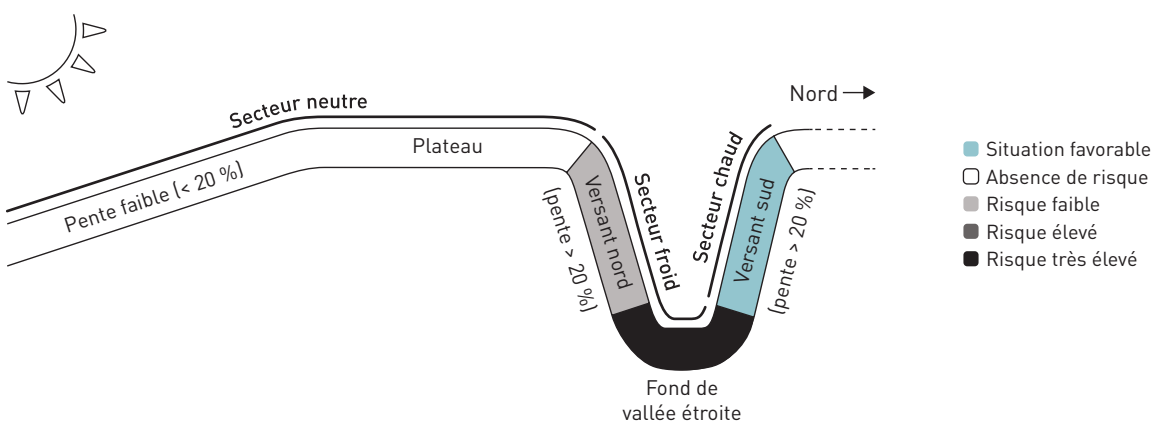
Sensibilités aux contraintes édaphiques:

Anaérobiose : très sensible 😞

Compacité du sol : très sensible. Quand le sol est peu profond ou qu'il contient un horizon compact, l'enracinement peut devenir traçant et augmenter alors le risque de chablis

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E, certains A compacts	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable
Substrat u		u profond (> 70 à 80 cm)	Test de structure (pour les sols argileux)
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis

4.4 Effets des microclimats topographiques



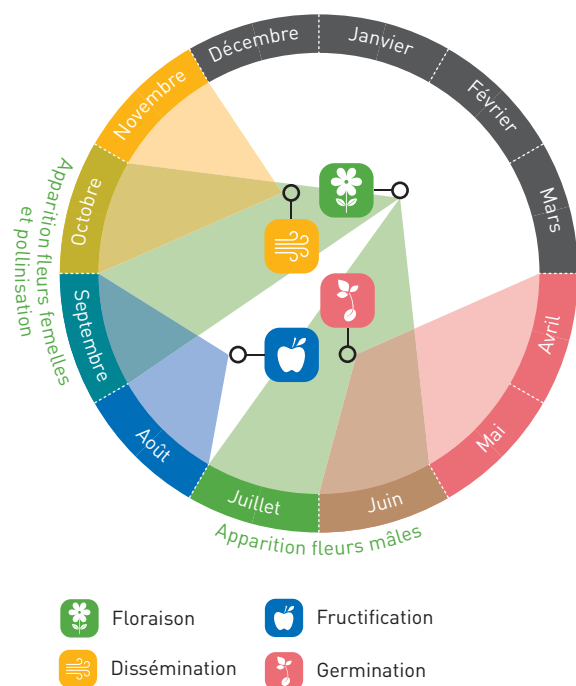
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> Risque faible. Hygrométrie élevée, brouillards.
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque très élevé. Hygrométrie élevée, brouillards. Températures hivernales trop faibles. Gelées précoces et tardives.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Situation favorable. Besoins en chaleur satisfaits (essence thermophile).

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : persistant.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : **15-20 ans**.

Type de fleurs : **unisexuées**.

Localisation entre individus : **monoïque**.

Pollinisation : **anémogamie**.

Type de fruit : **cône** (contenant les graines ailées).

Fréquence des fructifications : **3 ans**.

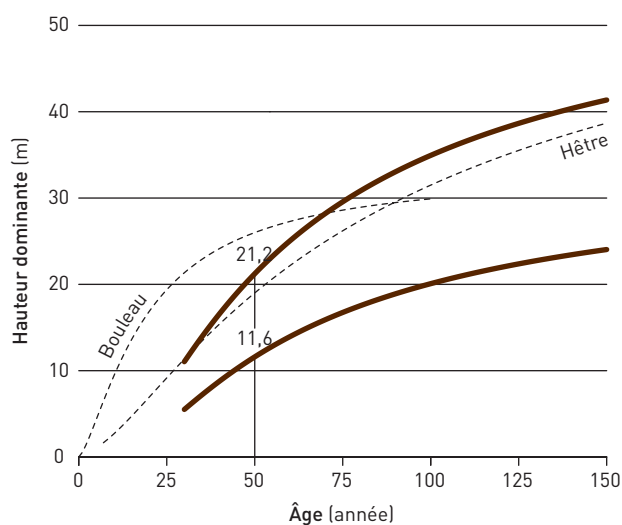
Mode de dissémination : **anémochorie**.

Les graines sont intermédiaires avec une faible dormance. La germination peut être cependant améliorée et mieux groupée par une stratification froide humide (3°C) de 4 à 6 semaines. En conditions naturelles, c'est l'hiver qui assure la levée de dormance pour une germination au printemps.

Régénération asexuée

Pas de régénération asexuée en conditions naturelles.

5.2 Croissance et productivité



Croissance : précoce, moyennement rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité : 25 à 30 mètres (> 40 mètres dans son aire d'origine).

Productivité (AMV) : 7 à 13 m³/ha/an vers 100 ans (productif).

Longévité : plus de 500 ans.

Exploitabilité : 70 à 100 ans.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Essence à tendance héliophile.

Stade adulte

Exige la pleine lumière.

Ne supporte pas la compétition latérale.

Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Branchaison importante
Faible	Diminution de la croissance
Mise en lumière brutale	Gourmands

5.4 Précautions à l'installation

Fortement sensible à l'engorgement du sol, aux brouillards et aux gelées le choix de la station et de son exposition est très important. Le versant sud lui sera favorable.

En plantation

Le Cèdre de l'Atlas ne supporte pas la concurrence dans sa phase d'installation. Des dégagements soignés les premières années sont indispensables. Essence fort appétante, une protection des plants sera nécessaire.

En régénération naturelle

Pas de régénération naturelle du cèdre de l'Atlas observée actuellement en Région Wallonne.

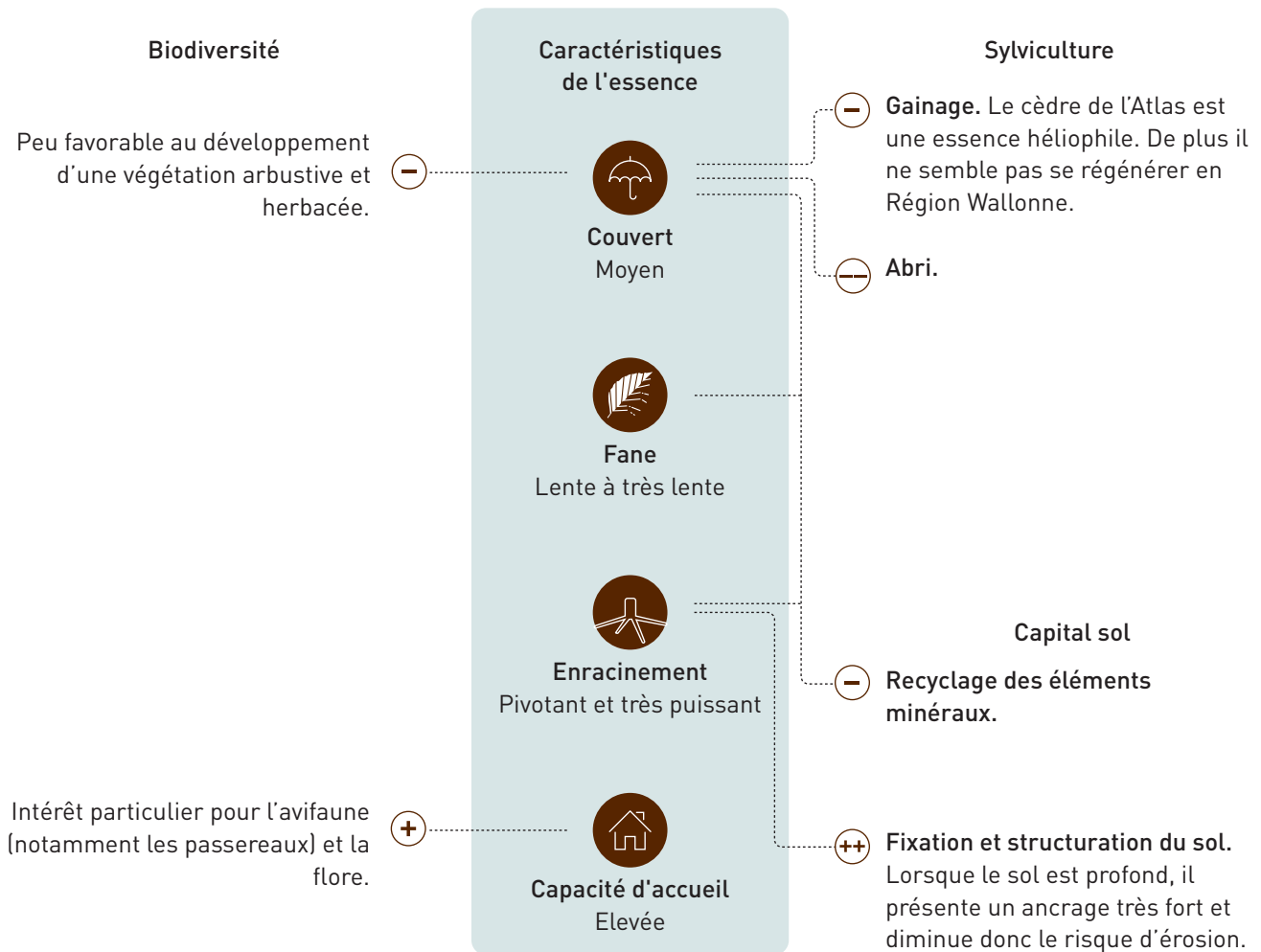
Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert

Il existe de fortes différences intra-spécifique en termes de résistance à la sécheresse. Cependant, les provenances les moins sensibles ont été signalées comme étant moins vigoureuses que les autres.



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Branchaison importante	Élagage naturel médiocre	Densité de plantation, élagage artificiel

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Forte	
Écorcement	Moyenne	
Frottage	Moyenne	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux



Pathogènes

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire-fréquent-généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Problématiques émergentes

La brûlure des pousses

Sirococcus tsugae

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : brunissement des aiguilles, dépérissement des extrémités de pousses, chute d'aiguilles, écoulements de résine.

Conditions : -

Caractère : primaire - rare.

Risque : spores aériennes transmises aux arbres voisins par la pluie et par le vent sur de longues distances.

Conséquence : mortalité de jeunes plants.



Insectes

Hylobe

Hylobius abietis

Site d'attaque : écorce, collet.

Symptômes et dégâts : au printemps, morsures à la base de la tige des jeunes plants.

Conditions : coupe à blanc de résineux et reboisement rapide (1-2 ans après la coupe).

Caractère : primaire, récurrent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort des jeunes plants.

Également

Pityokteines curvidens, Curvidenté

Problématiques émergentes

Processionnaire du pin

Thaumetopoea pityocampa

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : défoliation dès le débourrement, chenilles grégaires, activité nocturne, confection de nids en soies.

Conditions : coïncidence entre l'apparition des jeunes chenilles et le débourrement.

Caractère : indépendant de la santé des arbres. En France, remonte vers le nord et l'est.

Risque : possibilité de pullulations.

Conséquences : des attaques répétées peuvent favoriser des dépérissements. Poils urticants.

Le cèdre est attaqué par de nombreux ravageurs dans sa région d'origine (Maghreb) dont certains se sont propagés en Espagne et dans le sud de la France (par exemple la cochenille du cèdre (*Dynaspidotus regnierii*) ou la tordeuse du cèdre (*Epinotia cericida*) mais le climat belge ne leur est a priori pas favorable.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Charpente (emploi limité car bois cassant)
Utilisations extérieures	✓	Durabilité naturelle : classe 3, moyennement durable Bardage, menuiserie
Utilisations intérieures	✓	Menuiserie, ébénisterie, lambris, ameublement
Usages spécifiques	✓	Tranchage, tournerie, lutherie, bois de marine, anti-insectes (bois très odorant)

Son bois à cœur rouge est odorant, **moyennement durable** et présente des bonnes qualités mécaniques (sauf la résistance aux chocs car bois cassant). Il est principalement utilisé en menuiserie (intérieure et extérieure) et ébénisterie.

Très bonne rectitude du fût. Il fait partie des résineux qui résistent le mieux à la mэрule.

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☺

Présentant un caractère thermophile et une bonne résistance aux hautes températures, une augmentation des températures durant la saison de végétation pourrait permettre d'étendre l'aire de répartition du cèdre de l'Atlas au sein de la Wallonie.

Résistant à la sécheresse (édaphique et climatique), une diminution des précipitations estivales ne lui serait pas néfaste.

Cependant, une augmentation des températures pourrait entraîner un débourrement plus précoce augmentant ainsi la vulnérabilité du cèdre de l'Atlas aux gelées tardives.

9 Références majeures

- Courbet F., Courdier J.M., Mariotte N., Courdier F. 2007. Croissance, production et conduite des peuplements de cèdre de l'Atlas. Forêt entreprise 174 : 40-44.
- Courbet F., Lagacherie M., Marty P., Ripert C., Riou-Nivert P., Huard F., Amandier L., Paillassa E. 2012. Le cèdre en France face au changement climatique : bilan et recommandations.
- M'Hirit O., Benzyane M. 2006. Le Cèdre de l'Atlas. Mémoire du temps. Éditions La croisée des chemins. 288 p.
- Ripert C. 2007. Autécologie du cèdre de l'Atlas. Forêt entreprise 174 : 17-20.





Chêne pédonculé

Stieleiche^{DE}, Zomereik^{NL}, Pedunculate oak^{EN}

Quercus robur L.

1 Résumé

1.1 Atouts

- En station favorable, croissance relativement rapide, et production d'un **bois de qualité**, très apprécié pour ses qualités technologiques.
- Peu sensible au chablis de vent du fait de son **enracinement puissant**, et **peu sensible à la compacité** (pour autant que l'approvisionnement en eau soit suffisant).
- Espèce très favorable à la **biodiversité** du peuplement grâce à son couvert léger et sa très forte capacité d'accueil.

1.2 Limites

- **Très sensible au manque d'eau**, l'espèce ne trouve des conditions optimales de croissance que dans les stations constamment approvisionnées en eau (sols profonds, stations alluviales, bas de versant). 😞
- L'espèce requiert une **richesse minérale élevée**, et est donc inadaptée aux stations acides.
- Sa **régénération** peut être difficile : glandées irrégulières, semis et jeunes plants fragiles, destruction par la faune sauvage, compétition par les ligneux accompagnateurs...
- Très exigeant en **lumière**, l'espèce ne tolère pas l'ombrage, au stade juvénile comme au stade adulte.

Remarque préliminaire

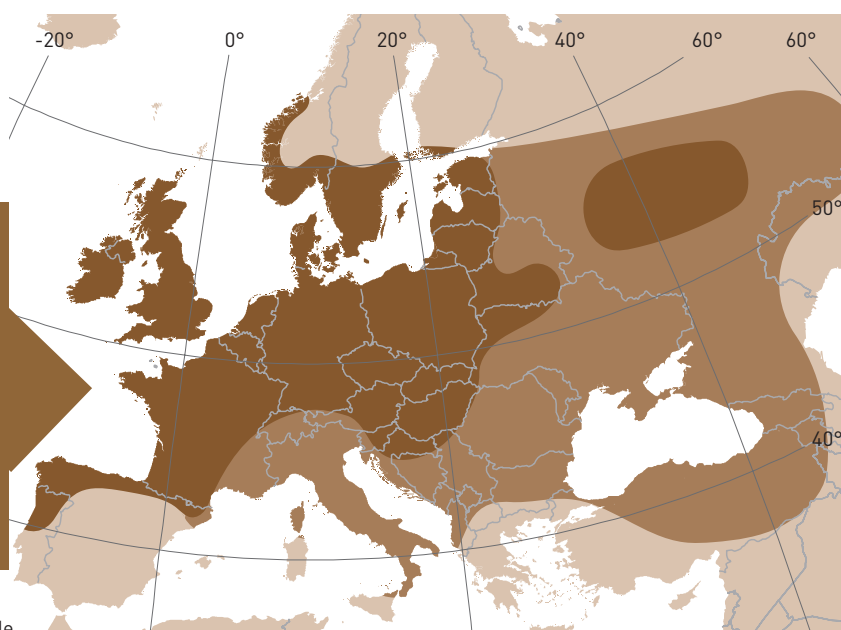
Les chênes sessile et pédonculé ont des écologies différentes dont il faut tenir compte. En particulier, le chêne pédonculé est exigeant en eau et éléments nutritifs, alors que le sessile est beaucoup plus tolérant et peut aussi croître sur des sols secs et acides.

Néanmoins, dans certaines stations qui conviennent aux deux espèces, et lorsque la régénération naturelle est à l'œuvre depuis des générations, on observe des chênes aux caractères moins tranchés qui résultent manifestement d'hybridation. Même s'ils ressemblent à l'une ou l'autre des deux espèces, tout porte à penser qu'il s'agit dès lors d'écotypes locaux bien adaptés. Dans ces situations, lors du choix de l'essence à favoriser, il ne faut donc pas se référer trop strictement aux adéquations stationnelles des espèces sessile ou pédonculé, mais plutôt considérer ces écotypes comme suffisamment adaptés et participant à la diversité génétique des chênes.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle

Essence indigène en Belgique. Distribution eurasiatique. De par son caractère pionnier, plus tolérant à la rigueur du climat que le chêne sessile, son aire de distribution s'étend jusqu'aux plaines et basses collines d'Europe centrale et orientale, à étés chauds. Sous climat tempéré, l'espèce se rencontre de l'étage collinéen à la base de l'étage montagnard.



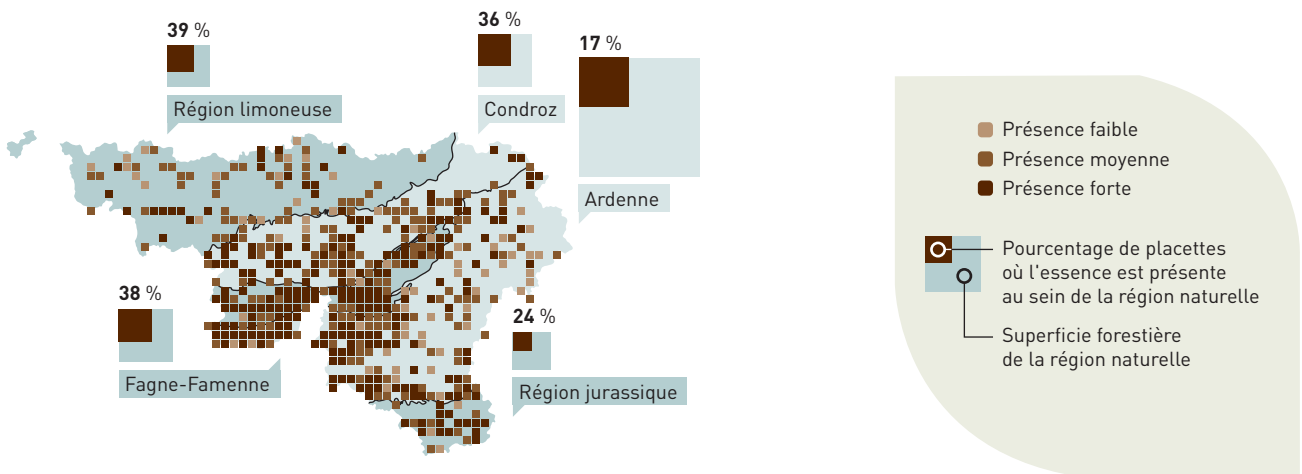
- Aire principale
- Présence ponctuelle

- ☺ Atout face aux changements climatiques
- ☹ Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Les chênes indigènes (sessile et pédonculé confondus) constituent la première essence feuillue de la forêt wallonne. Ensemble, ils sont présents sur 48 % des surfaces forestières inventoriées. Ils sont cultivés en chênaies (chênes indigènes confondus, 34 %), ou en mélange avec d'autres essences, comme arbres de futaie ou de taillis.

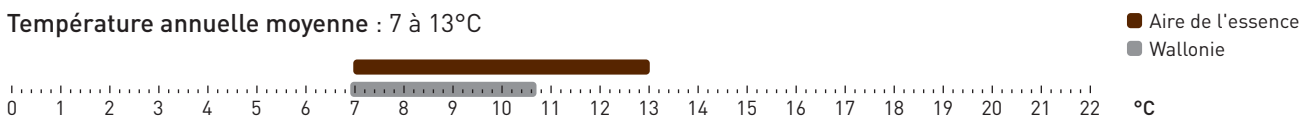
Au niveau régional, chacune des deux espèces est présente sur environ un quart de la surface forestière totale, mais la représentativité des deux espèces varie selon les régions naturelles. Dans les stations où les deux espèces coexistent naturellement et rencontrent des conditions optimales de croissance, un faible pourcentage d'hybrides est parfois observé.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

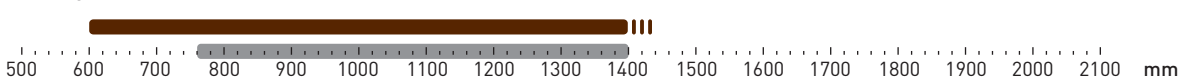
Température annuelle moyenne : 7 à 13°C



Températures minimale et maximale absolues : min. -30 °C / max. 42 °C



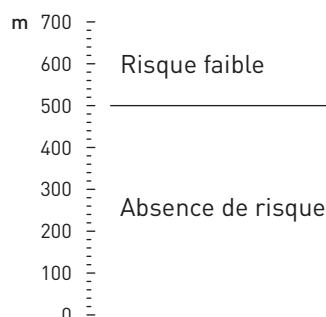
Précipitations annuelles totales : min. 600 mm



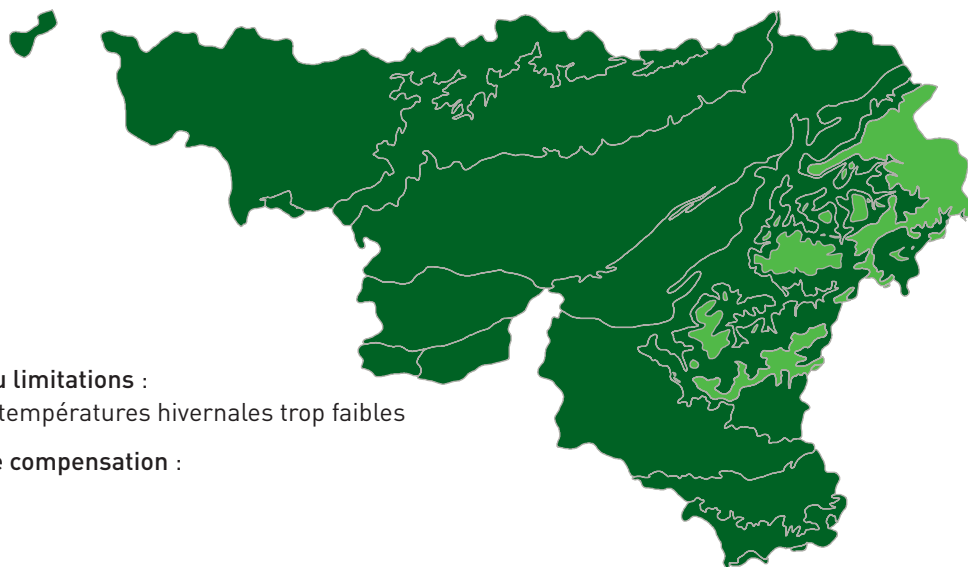
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

Au-delà de 500 m, la croissance de l'essence est ralentie. L'essence est également plus sujette aux roulures et aux gélivures.



3.3 Sensibilités climatiques particulières



Risques ou limitations :
gélivures, températures hivernales trop faibles

Facteur de compensation :
aucun

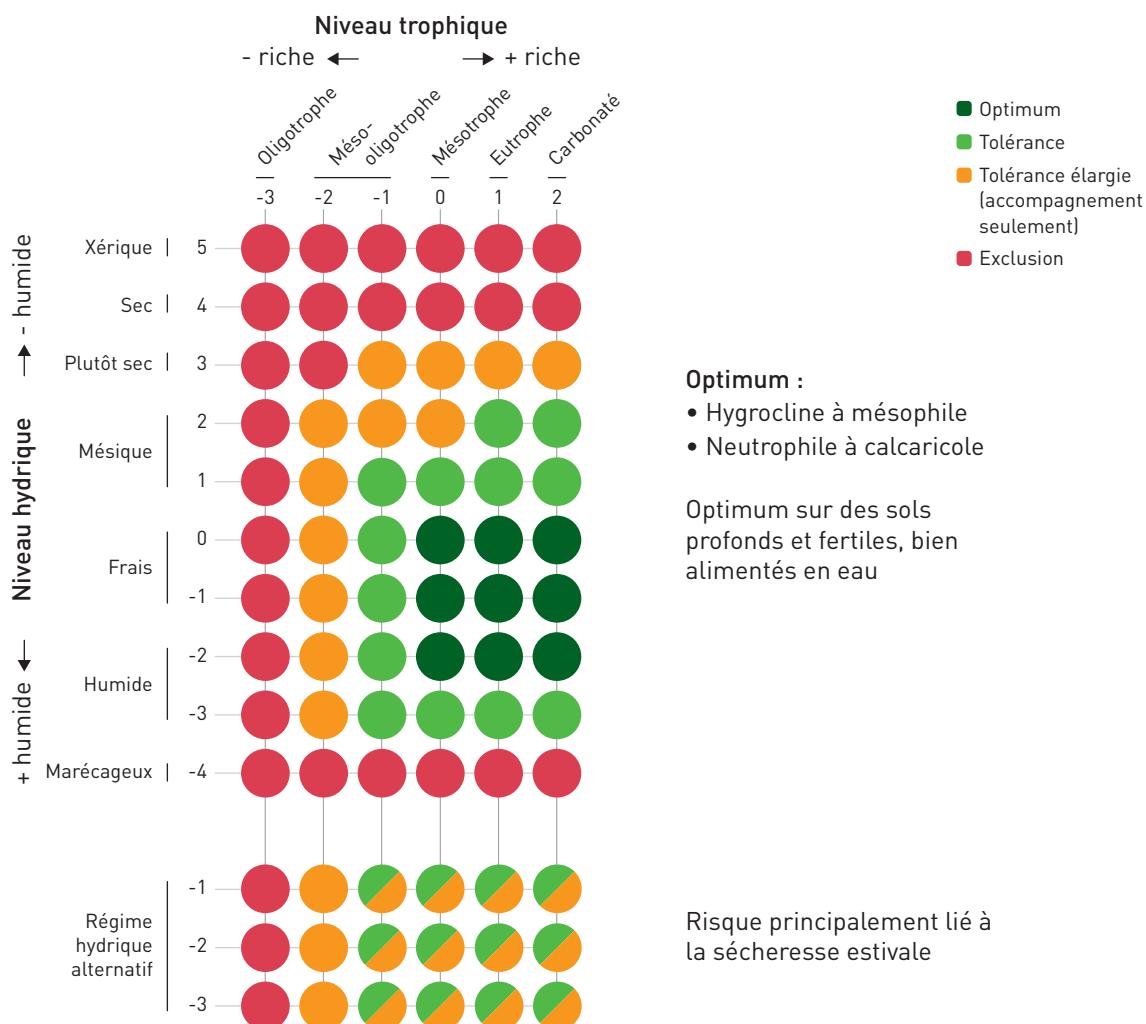
- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	S	Débourre plus tardivement que le chêne sessile
Adulte	S	
Gelée précoce		
Juvenile	S	Destruction des pousses
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	TS ☹️	Diminution de la croissance
Adulte	TS ☹️	Diminution de la croissance, risque de dépérissement, lunures dans le bois
Canicule		
Juvenile	S	
Adulte	PS	
Neige et givre		
Juvenile	S	La neige peut occasionner des dégâts lorsqu'elle s'accumule sur des sujets marcescents
Adulte	PS	La neige peut occasionner des dégâts lorsqu'elle est lourde et collante. Le givre peut endommager les arbres par la surcharge qu'il provoque
Vent		
Juvenile	PS	Les individus fourchus sont très sensibles (éclatement)
Adulte	PS	Bonne résistance mécanique (enracinement et bris) et physiologique au vent. À l'occasion de tempêtes, il peut être mutilé mais rarement renversé. Le vent peut aggraver des gélivures en cas de froid intense et prolongé.

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Acidité : très sensible

Sol carbonaté : non sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Podzol ou sol oligotrophe Profil g ou pH < 3,8	-3		Aucun	Sondage pédologique
● Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzologique Profil f ou pH 3,8-4,5	-2			
● Sol méso-oligotrophe pH 4,5-5	-1	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **peu sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4		Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif
Sol marécageux à humide ● Drainage g	-4			
Sol très humide ● Drainage f, i	-3	Précipitations élevées (Ardenne)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	Sondage pédologique

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** ☹️

Risque principalement lié à la période d'engorgement

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage d,h,i	-1 RHA à -3 RHA	Sol peu profond : phases 2 ou 4 « Argiles blanches »* (famille des sigles Gix et Ghx) Contexte schistoargi- leux de Famenne	Sol bien structuré et/ou contexte calcaire : marne, macigno, argile de décar- bonatation, etc. Apport d'eau local impor- tant (microtopographie) : zone de source ou de suintement Sol meuble Sol profond	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)

* Dans le cas des Gix et Ghx , se référer à la fiche « Sols à argiles blanches », Typologie et aptitudes stationnelles. Timal et al. 2012

Déficit hydrique : **sensible** ☹️

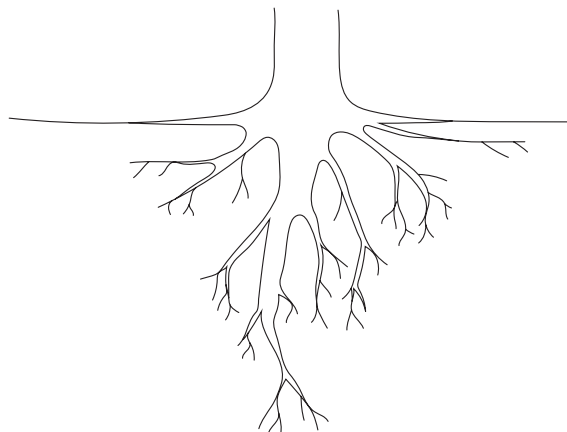
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond
Sol xérique ● Phase 6	5			
●● Sol mésique à plutôt sec	1-3	Précipitations faibles : hors Ardenne	Socle rocheux fissuré Contexte calcaire Nappe d'eau en profondeur Précipitations élevée (Ardenne)	Test de compacité et de texture

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Pivotant
- Profond 😊

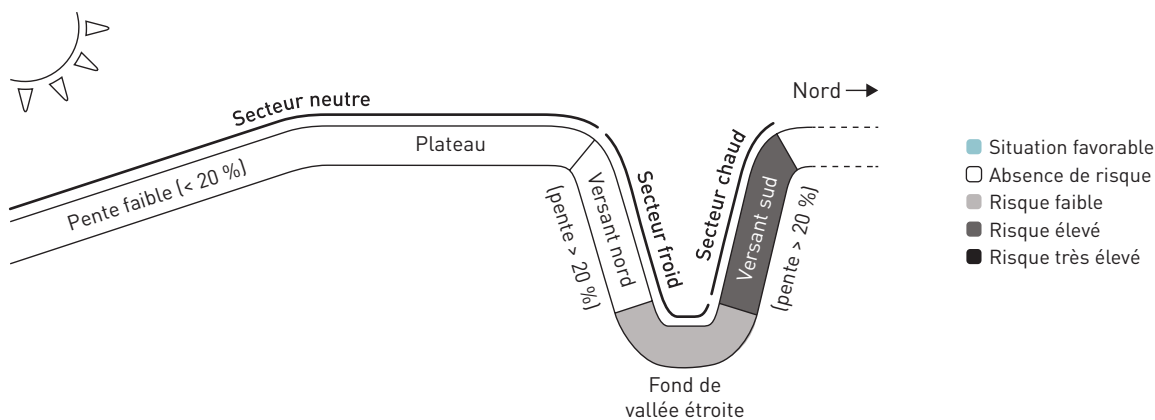


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **peu sensible**, tolère les sols à engorgement temporaire tant qu'il peut développer un enracinement suffisamment profond pour limiter les effets du déficit hydrique estival.
- Compacité du sol : **peu sensible**

4.4 Effets des microclimats topographiques

Topographie



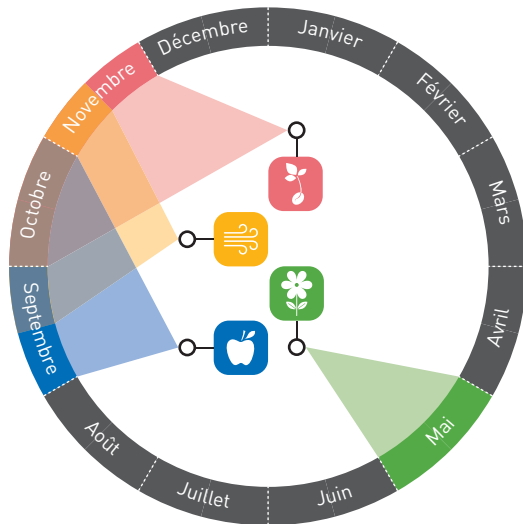
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque
Versant nord	<input type="checkbox"/> Absence de risque
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Gelées tardives, manque d'ensoleillement (essence héliophile).
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Risque important de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation: entre mi-mai et mi-novembre.

Régénération sexuée



Régénération asexuée

Le chêne pédonculé rejette facilement de souche.

Maturité sexuelle : 60 à 70 ans en peuplement mais 20-30 ans à l'état isolé.

Type de fleurs : unisexuées.

Localisation entre individus: monoïque.

Pollinisation : anémogamie.

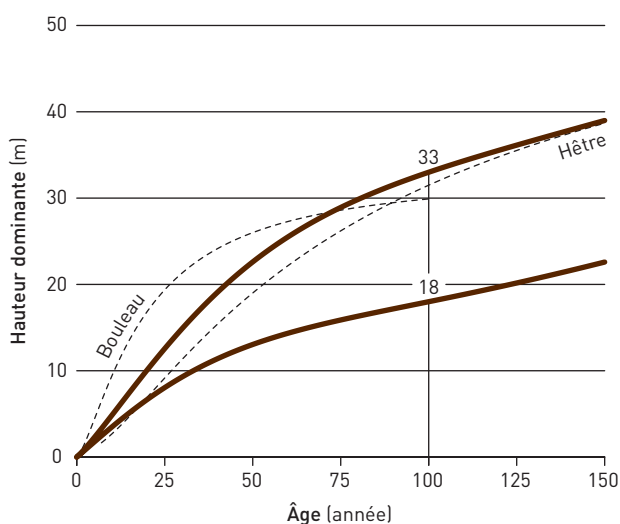
Type de fruit : gland.

Fréquence des fructifications : irrégulières, dépendant des conditions climatiques et des attaques de chenilles.

Mode de dissémination : zoochorie, barochorie.

Les graines sont récalcitrantes et non dormantes. Les glands ne peuvent pas descendre en dessous de 40 % de teneur en eau sinon ils meurent. En forêt, la germination des glands se réalise rapidement après leur chute mais néanmoins un peu plus tard que celle du chêne sessile. Il peut donc être important de travailler le sol juste avant la glandée pour favoriser l'enracinement et éviter la dessiccation des glands. Les glands sont sensibles aux pourritures. Ils sont difficilement conservables plus d'un hiver.

5.2 Croissance et productivité



Croissance : précoce, moyennement rapide et soutenue.

Hauteur à maturité : 25 à 40 m.

Productivité (AMV) : 3 à 7 m³/ha/an vers 150 ans (peu productif).

Longévité : plus de 500 ans.

Exploitabilité : 100 à 150 ans.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

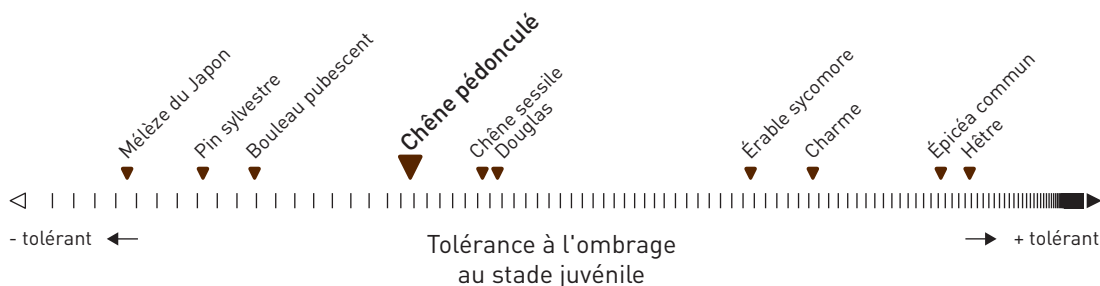
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Faible tolérance à l'ombrage.
Supporte un ombrage important pendant maximum 2 ans, nécessite une mise en lumière progressive.

Stade adulte

Ne supporte ni couvert supérieur ni compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Dépérissement, formation de gourmands de stress
Mise en lumière brutale	Le développement de gourmands est d'autant plus important que la proportion du houppier est faible et que le tronc n'a pas de protection latérale (gainage)

5.4 Précautions à l'installation

Essence héliophile à croissance moyenne :

- Contrôler strictement la concurrence.
- Dès que le semis est acquis, relever rapidement le couvert.
- Essence très appétante pour la faune sauvage

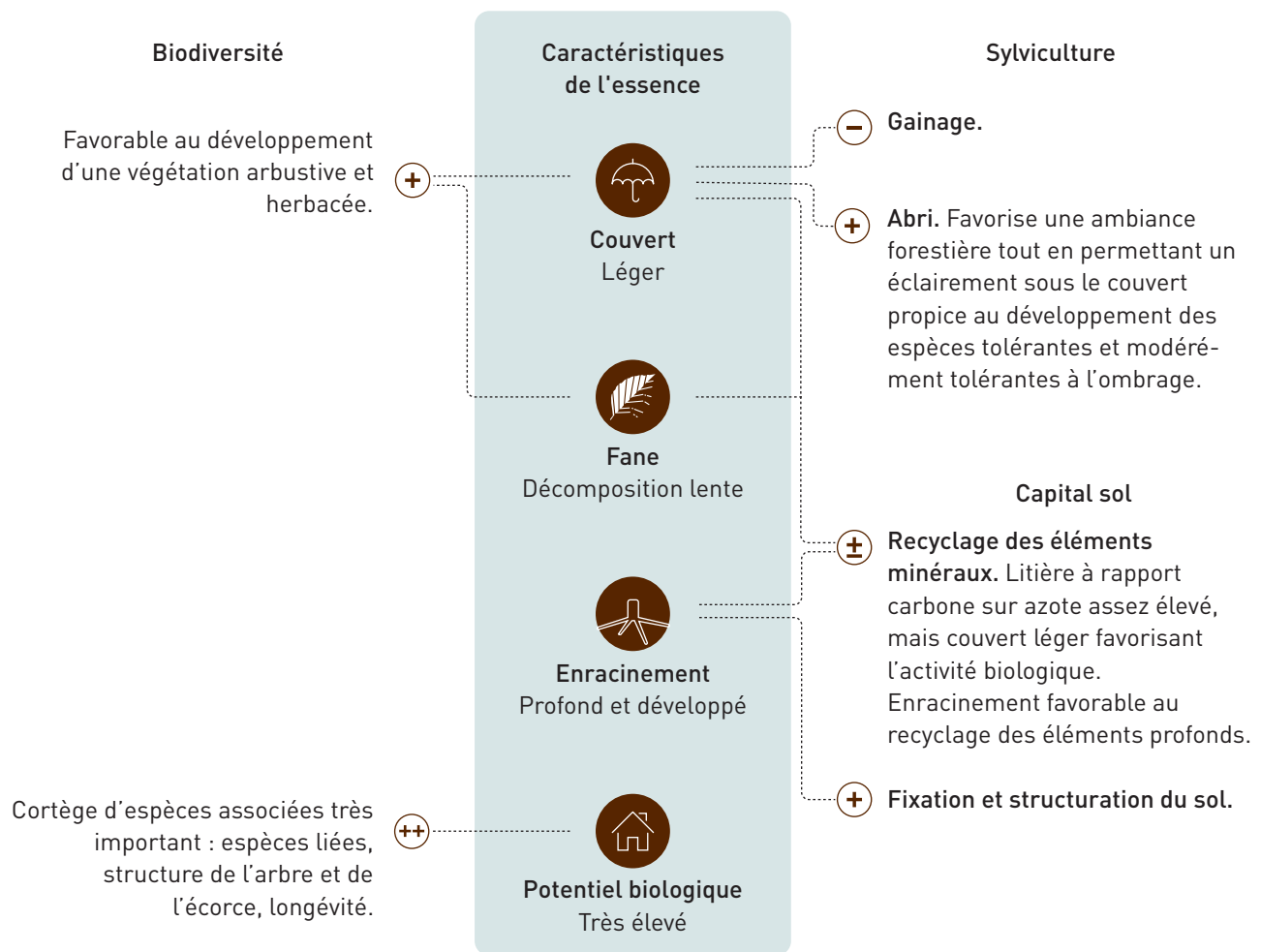
Veiller à confirmer l'aptitude stationnelle du chêne pédonculé avant de le régénérer en tant qu'essence principale, même si sa régénération est abondante.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Fibre torse	Prédisposition génétique	Élimination des sujets défectueux
Gélivure	Gel intense, aggravé en sols très pauvres ou trop humides	Choix de la station
Roulure	Gel intense, aggravé en sols très pauvres Irrégularités de croissance (taillis-sous-futaie)	Choix de la station Régularité des cernes par des éclaircies régulières
Épicormiques (gourmands, picots, brogues...)	Mise en lumière du fût sur des arbres déséquilibrés, prédisposition génétique	Équilibre houppier/fût Gainage Élimination des sujets trop défectueux

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Forte	
Écorcement	Faible	
Frottage	Moyenne	

Remarque : les chênes sont sensibles au rongement d'écorce par les lièvres et les lapins. Les glands sont également très appréciés par de nombreux animaux (mammifères et oiseaux).

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

L'oidium

Complexe d'espèce dont *Erysiphe alphitoides* et *E. quercicola*

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : feutrage blanc sur la face supérieure des jeunes feuilles, puis brunissement et chute prématurée du feuillage.

Conditions : sécheresse au cours de l'année précédant l'infection, brusque mise en lumière.

Caractère : primaire, fréquent.

Risque : pour la régénération en cas d'infection précoce, pour le peuplement sur arbres stressés (par exemple suite à l'action d'agents défoliateurs et/ou en cas de sécheresse).

Conséquence : perte de régénération, diminution de croissance (si l'infection succède à une attaque de chenilles défoliatrices) surtout chez le chêne pédonculé (*Quercus robur*).

Le pourridié à collybie

Gymnopus fusipes

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : Destruction du système racinaire, pourriture orangée du bois au niveau des racines, mycélium blanc sous l'écorce. Parfois, carpophores en touffe au pied de l'arbre (de fin juin à fin septembre).

Conditions : sécheresse, chêne pédonculé plus sensible que le chêne sessile.

Caractère : primaire, moyennement fréquent.

Risque : pour le peuplement (propagation par spores aériennes), risque aussi pour le châtaignier.

Conséquence : perte de vigueur et affaiblissement. Dépérissement et mortalité possible d'arbres adultes suite à des facteurs aggravants (sécheresse par exemple). Risque de chablis.

Phytophthora spp.

Plusieurs espèces de *Phytophthora*

dont *P. quercicola*, *P. cactorum*, *P. cambivora*

Site d'attaque : racines et base du tronc

Symptômes et dégâts : destruction des racines, taches noires parfois suintantes à la base du tronc, dégarnissement du houppier (dépérissement).

Conditions : sols hydromorphes.

Caractère : primaire/secondaire, peu à moyennement fréquent.

Risque : dispersion du pathogène via l'eau libre dans le sol.

Conséquence : dépérissement et mortalité possible. d'arbres adultes (souvent en association avec d'autres facteurs de stress).

La pourriture noire des glands

Ciboria batschiana

Site d'attaque : glands.

Symptômes et dégâts : pourriture noire sur les glands, absence de germination.

Conditions : pluies abondantes en fin d'été/automne, infection des graines tombées au sol mais aussi sur l'arbre (via des spores transmises par le vent).

Caractère : secondaire, peu fréquent.

Risque : contamination de lots de graines (même à basse température) et destruction des récoltes de graines lors du stockage, risque de transmission au châtaignier.

Conséquence : perte de régénération.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire, fréquent.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).
Conséquence : mort de l'arbre.

Le dépérissement chronique du chêne

Ce phénomène est observé de façon périodique depuis plusieurs décennies. Il concerne principalement le chêne pédonculé (*Quercus robur*) et résulte de l'interaction de facteurs abiotiques (sécheresse, gel tardif notamment) et biotiques (agents défoliateurs, oïdium, pourridiés racinaires). Les mortalités sur arbres adultes peuvent être importantes et le risque pour le peuplement est important.

Problématiques émergentes

Phytophthora cinnamomi (même symptômes que ceux causés par d'autres *Phytophthora*, espèce sensible au gel – risque d'élargissement de son aire de répartition dans le contexte du changement climatique).



Insectes

Bombyx disparate

Lymantria dispar

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : défoliation plus tardive que pour les autres chenilles, pontes ressemblant à de petites éponges.

Conditions : -

Caractère : indépendant de la santé des arbres.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Par vagues, mais peu actif en Région wallonne.

Conséquences : des attaques répétées peuvent favoriser des dépérissements.

Cheimatobie hivernale

Operophtera brumata

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : défoliation dès le débourrement.

Conditions : coïncidence entre l'apparition des jeunes chenilles et le débourrement.

Caractère : indépendant de la santé des arbres.

Risque : possibilité de propagation au peuplement. Récurrent, par vagues.

Conséquences : des attaques répétées peuvent favoriser des dépérissements

Tordeuse verte

Tortrix viridana

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : défoliation dès le débournement, feuilles enroulées.

Conditions : coïncidence entre l'apparition des jeunes chenilles et le débournement.

Caractère : indépendant de la santé des arbres.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Récurrent, par vagues.

Conséquences : des attaques répétées peuvent favoriser des dépérissements.

Chenilles arpeuteuses

Geometridae

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : défoliation.

Conditions : -

Caractère : indépendant de la santé des arbres.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Récurrent, par vagues.

Conséquences : des attaques répétées peuvent favoriser des dépérissements.

Trypodendron domesticum

T. signatum

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : trous de pénétration, sciure blanche; taches sombres dans l'aubier.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants ; peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : secondaire, fréquent, parfois dommeable.

Risque : possibilité d'extension par taches.

Conséquence : dévalorisation du bois.

Lymexylon

Lymexylon dermestoides

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : petits amas de sciure tassée sous l'écorce, à l'endroit du trou de pénétration dans le bois.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : secondaire.

Risque : individuel, possibilité de propagation au peuplement. Sporadique, peu dommeable.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Agrile

Agrilus biguttatus

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries en zigzag au niveau du cambium.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : secondaire.

Risque : individuel, possibilité de propagation au peuplement. Sporadique, peu dommeable en Belgique.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Problématiques émergentes

Processionnaire du chêne

Thaumetopoea processionea

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : défoliation dès le débourrement, chenilles grégaires, activité nocturne, confection de nids en soies.

Conditions : coïncidence entre l'apparition des jeunes chenilles et le débourrement.

Caractère : indépendant de la santé des arbres.

Risque : possibilité de pullulations.

Conséquences : des attaques répétées peuvent favoriser des dépérissements. Poils urticants.

Xylosandrus germanus

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier, bâtonnets de sciure blanche "cigarettes" sortant de l'orifice des galeries.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : faiblesse. Invasif. Originaire d'Asie. En extension géographique. Largement présent en Région bruxelloise, sporadique en Wallonie.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Durable et bonne propriétés mécaniques
Utilisations extérieures	✓	
Utilisations intérieures	✓	Recherché pour sa maille
Usages spécifiques		Tranchage, cintrage, merrains, caillebotis

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☹️

Le chêne pédonculé est très sensible aux sécheresses printanières et estivales et au déficit hydrique en général. Il nécessite donc un bon approvisionnement en eau pour une croissance optimale.

Dans une perspective de changements climatiques entraînant des printemps et des étés plus secs qu'actuel-

lement, la sylviculture du chêne pédonculé devrait se cantonner exclusivement aux stations de fonds de vallées, bien approvisionnées en eau, dans lesquelles l'espèce rencontre actuellement ses conditions optimales de croissance.

9 Références majeures

- Balleux P. et Lemaire J. (2002). Orientations sylvicoles des chênes indigènes. Ministère de la Région wallonne. DGRNE, DNF. Fiche technique n°13, 81 p.
- Lemaire J. (2010). Le chêne autrement. Produire du chêne de qualité en moins de 100 ans en futaie régulière. Guide technique. IDF, 176 p.
- ONF (2010). Sylviculture des chênaies dans les forêts publiques françaises. Rendezvous techniques de l'ONF, hors-série n°5. 72 p.
- Sardin T. (2008). Chênaies continentales. Guide des sylvicultures. Of ce Nationale des Forêts, Paris, 455p.





Chêne rouge d'Amérique

Roteiche^{DE}, Amerikaanse Eik^{NL}, Red oak^{EN}

Quercus rubra L.

1 Résumé

1.1 Atouts

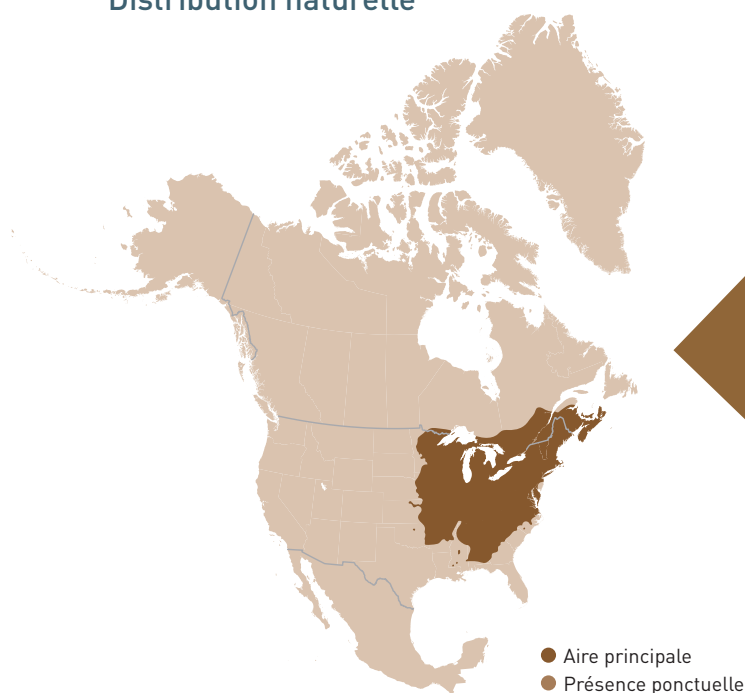
- Feuillu à **croissance** juvénile très vigoureuse, et particulièrement **productif**.
- Très plastique, il reste très **compétitif sur les stations très acides**, qu'il permet de valoriser. **Tolérant à la sécheresse**, du fait d'une capacité à réguler sa transpiration très précoce, et à d'un enracinement très développé.
- Bonne résistance au vent
- Production d'un bois de qualité.
- Régénération aisée, semis fréquents et abondants. Rejette très bien de souche.
- Actuellement très peu sujet aux attaques de maladies ou ravageurs.
- Essence présentant un bon potentiel d'avenir dans le contexte des **changements climatiques**. 😊

1.2 Limites

- Très **phototrope**, il est essentiel d'assurer une mise en lumière homogène du houppier par des éclaircies précoces et régulières, afin d'éviter d'importants défauts de croissance.
- Sensible aux **gelées tardives** et à la **neige précoce**, limitant son implantation au dessus de 450 m.
- Système racinaire sensible à l'anoxie : les **stations très humides** sont déconseillées, particulièrement si le sol est à texture fine (argileuse) et/ou compact.
- **Calcarifuge**.
- Très sensible aux dégâts de faune, et particulièrement à l'**abroustissement** et au **frottis**.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Espèce exotique naturalisée.

L'aire naturelle du chêne rouge d'Amérique couvre une superficie très vaste, principalement aux Etats-Unis. Elle s'étend de la façade Atlantique jusqu'à la grande prairie des états du middle-ouest (Minnesota, Iowa, Missouri, Arkansas), et du sud du Canada jusqu'aux états de Géorgie et d'Alabama. On y rencontre le chêne rouge à des altitudes variant de 200 à 250 m dans la partie septentrionale de son aire, et jusqu'à 1500 m au sud. Cette vaste zone englobe des climats très divers, associés à des provenances spécifiques dont les exigences climatiques peuvent varier. Mais de manière générale le climat est plus continental qu'en Belgique, caractérisé par des hivers rudes et des étés chauds.

En Belgique, les premiers essais d'installation de chêne rouge remontent à 1801 en Campine, mais il a fallu attendre la fin du 19^e siècle pour que des plantations plus importantes ne se développent.

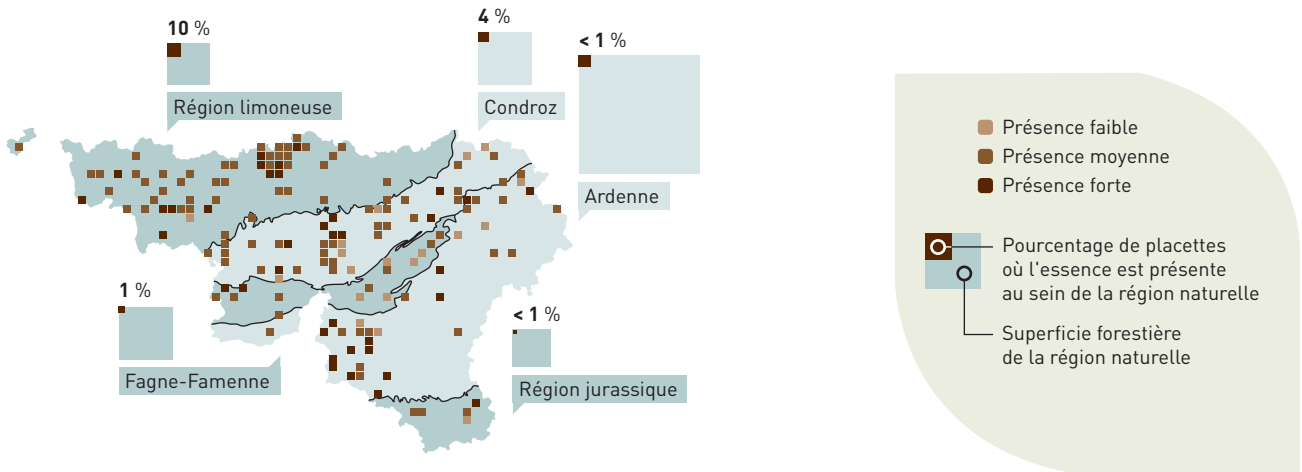
😊 Atout face aux changements climatiques

😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Le chêne rouge est présent sur environ 2 % de la forêt wallonne. On le rencontre plus fréquemment en région limoneuse (surtout sur les zones sableuses) et dans le Condroz.

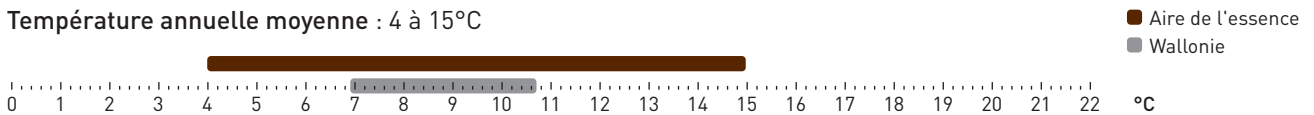
L'essence est principalement disséminée au sein des peuplements, mais on observe également des peuplements purs (14 %). Dans son aire d'origine, le chêne rouge ne forme pas naturellement de peuplements purs, sauf parfois de manière transitoire.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : 4 à 15°C



Températures minimale et maximale absolues : min. -40 °C



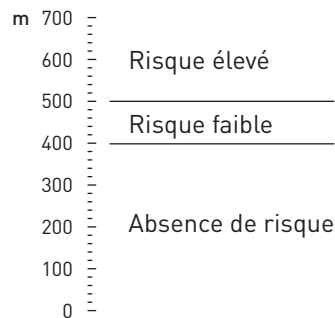
Précipitations annuelles totales : min. 600 mm



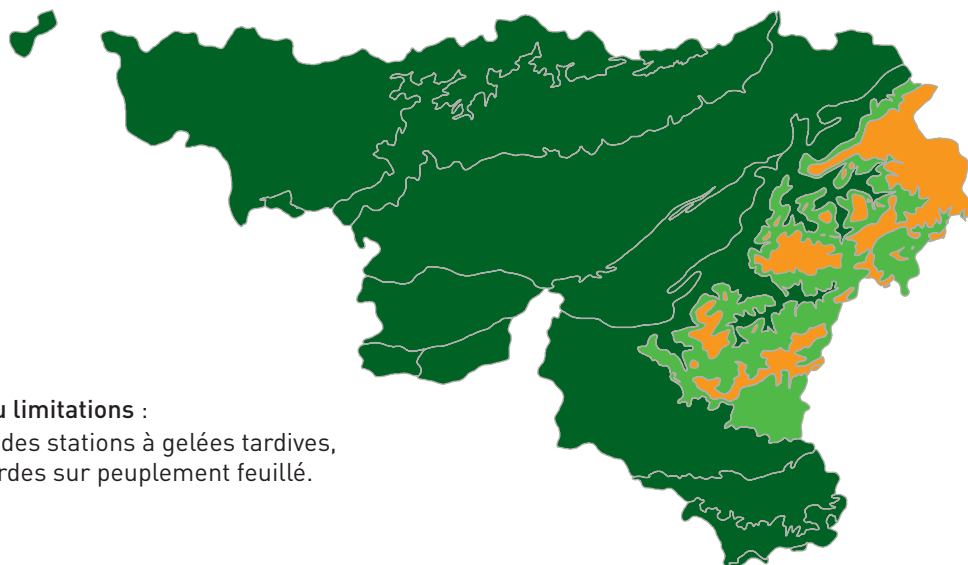
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

L'implantation du chêne rouge est limitée au-delà de 400 m, où il peut notamment souffrir des gelées précoces et tardives, et des chutes de neige sur peuplements feuillés.



3.3 Sensibilités climatiques particulières



Risques ou limitations :
fréquence des stations à gelées tardives,
neiges lourdes sur peuplement feuillé.

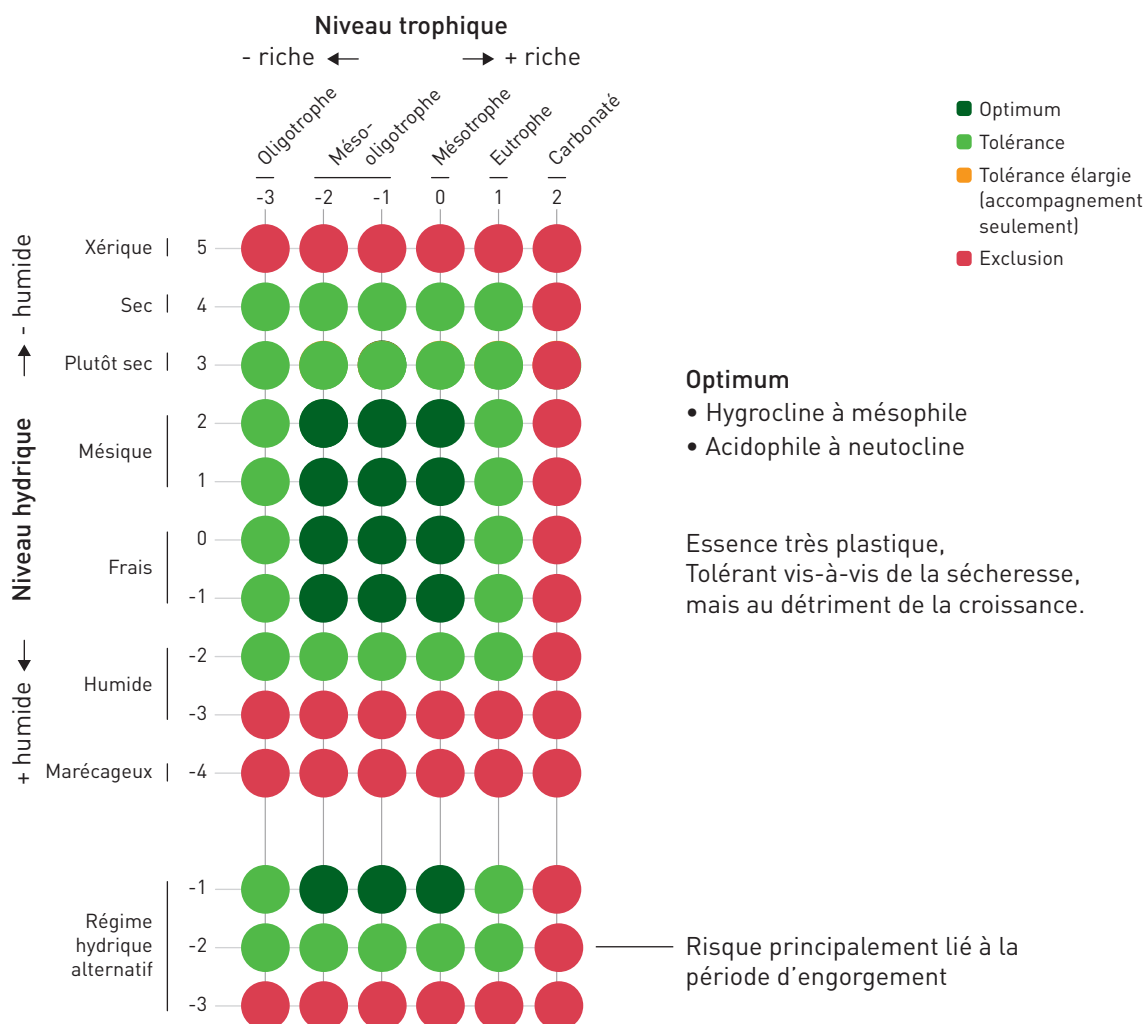
- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	TS	
Adulte	S	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	PS 😊	Capacité à réguler sa transpiration très précocement, et production de racines secondaires permettant l'exploitation d'un grand volume de sol.
Adulte	PS 😊	Le chêne rouge est plus tolérant à la sécheresse que les chênes indigènes.
Canicule		
Juvenile	PS 😊	Il est confronté dans son aire à un climat plus continental qu'en Belgique, caractérisé par des étés chauds
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	S	Période de végétation se prolongeant tard dans la saison, exposant les peuplements feuillés
Adulte	S	
Vent		
Juvenile	PS	Enracinement très puissant
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **sensible**. Mortalité très importante des semis, réduction de croissance des survivants et chloroses. L'essence peut toutefois se maintenir si l'épaisseur de sol décarbonaté est > 40-50cm.

Acidité : **peu sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Sol oligotrophe ou podzolique Profil g ou pH < 3,8	-3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique Test de texture
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f,i	-4 -3		Aucun	
Sol modérément humide ● Drainage e, h	-2	Précipitations élevées (Ardenne) Texture lourde (E, U) Sol compact	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible**

Risque principalement lié à la période d'engorgement.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif
● Drainage h	-2 RHA	« Argiles blanches »* (Ghx) Précipitations élevées (Ardenne) Apport d'eau local important (microtopographie) : cuvette, zone de sources ou de suintement	Ressuyage rapide au printemps Sol meuble et/ou bien structuré Hydromorphie non fonctionnelle	Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)

* Dans le cas des Gix et Ghx, se référer à la fiche « Sols à argiles blanches », Typologie et aptitudes stationnelles. Timal et al. 2012

Déficit hydrique : **sensible**

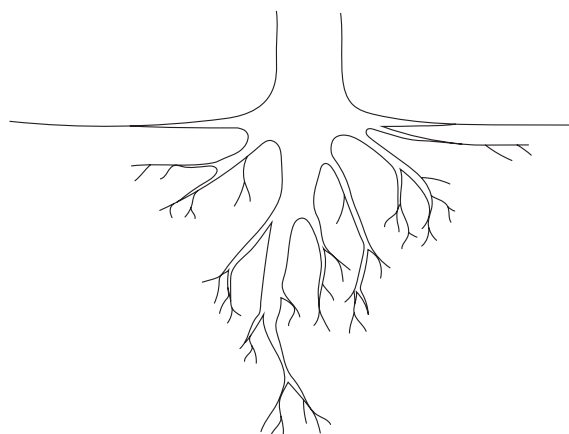
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5			Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Aucun	
● Sol xérique	5			
● Sol plutôt sec à sec	3-4	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Pivotant
- Particulièrement puissant et complexe 😊



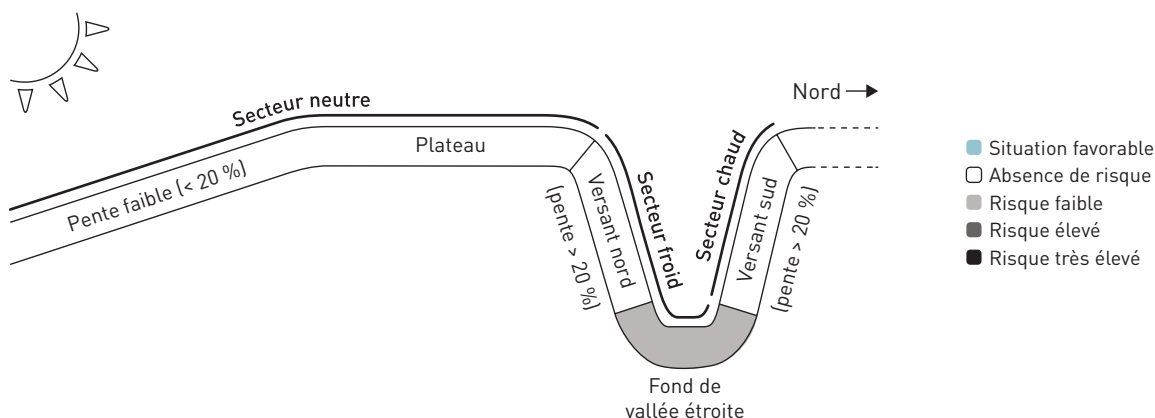
Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **sensible**.
- Compacité du sol : **sensible**.

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable
substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Test de structure (sols argileux)
Fragipan Var. développement profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a en profondeur (> 70 à 80 cm)	Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis

Bon à savoir : très bon ancrage et exploration d'un volume de sol très important.

4.4 Effets des microclimats topographiques



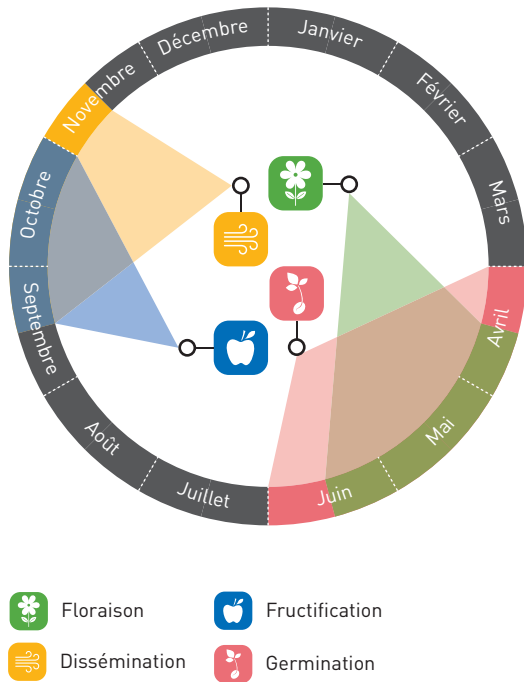
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque
Versant nord	<input type="checkbox"/> Absence de risque
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Gelées tardives.
Versant sud	<input type="checkbox"/> Absence de risque

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation: Mai à octobre.

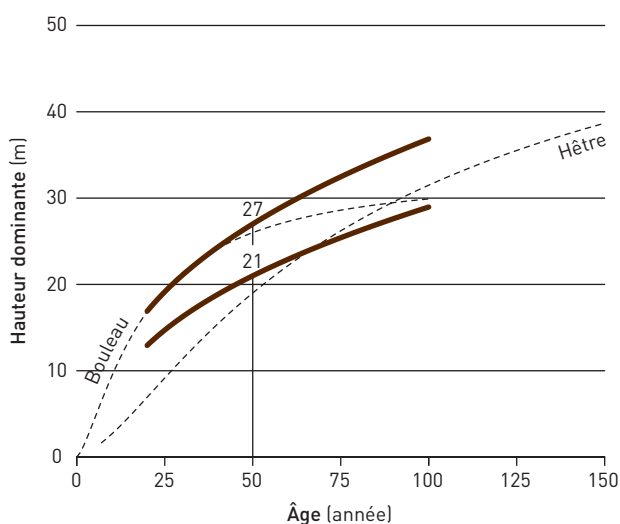
Régénération sexuée



Régénération asexuée

Le chêne rouge rejette très bien de souche, jusqu'à environ 50 ans.

5.2 Croissance et productivité



Maturité sexuelle : vers 25-30 ans selon les stations, et souvent plus tôt.

Type de fleurs : unisexuées.

Localisation entre individus : monoïque.

Pollinisation : anémogamie.

Type de fruit : gland murissant sur 2 ans.

Fréquence des fructifications : 2 à 3 ans.

Mode de dissémination : zoochorie, barochorie.

Les graines sont récalcitrantes, et elles ont une légère dormance. Les glands ne peuvent pas descendre en dessous de 40% de teneur en eau. Ils se conservent mal mais cependant mieux que les 2 chênes indigènes. Il est cependant difficile de les conserver plus d'un hiver. Le simple fait de les conserver humides dans des bidons durant l'hiver à une température de 1 à 3 °C est suffisant pour lever la dormance. Dans la nature, contrairement aux 2 chênes indigènes dont les glands germent directement après leur chute, les glands du chêne rouge ont une dormance qui va se lever par le froid de l'hiver.

Croissance : précoce, rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité : 30 à 35 m (jusqu'à 40 m dans son aire d'origine).

Productivité (AMV) : 8 à 10 m³/ha/an vers 90 ans (productif).

Longévité : 150 à 200 ans.

Exploitabilité : 60 à 80 ans.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

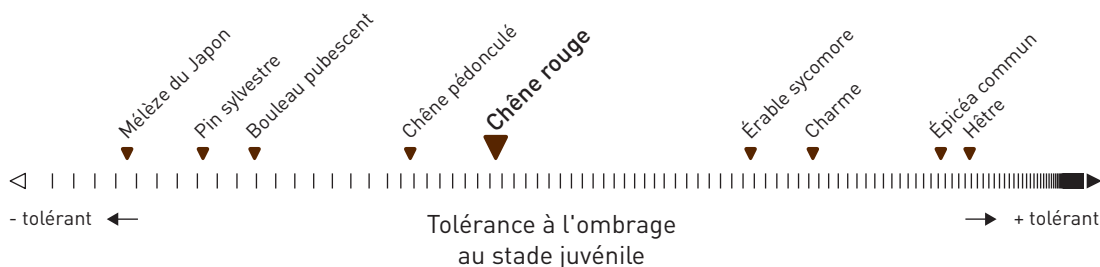
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Modérément tolérant à l'ombrage.
Supporte un couvert supérieur léger uniquement pendant les premières années.

Stade adulte

Héliophile.
Exige la pleine lumière, supporte une compétition latérale. Très phototrope.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	
Faible	Descente de cime, perte de croissance. Très forte tendance au phototropisme : risque important de déformation de la tige ou de développement de grosses branches en cas d'éclaircissement latéral.
Mise en lumière brutale	Formation de gourmands

5.4 Précautions à l'installation

La reprise des plants de chêne rouge peut s'avérer délicate : des dégagements sont nécessaires pour diminuer la concurrence de la végétation herbacée et ligneuse. Le maintien d'un léger recru peut néanmoins favoriser le gainage du plant et contribuer à éloigner la faune sauvage.

Essence très appréciée par la faune sauvage.

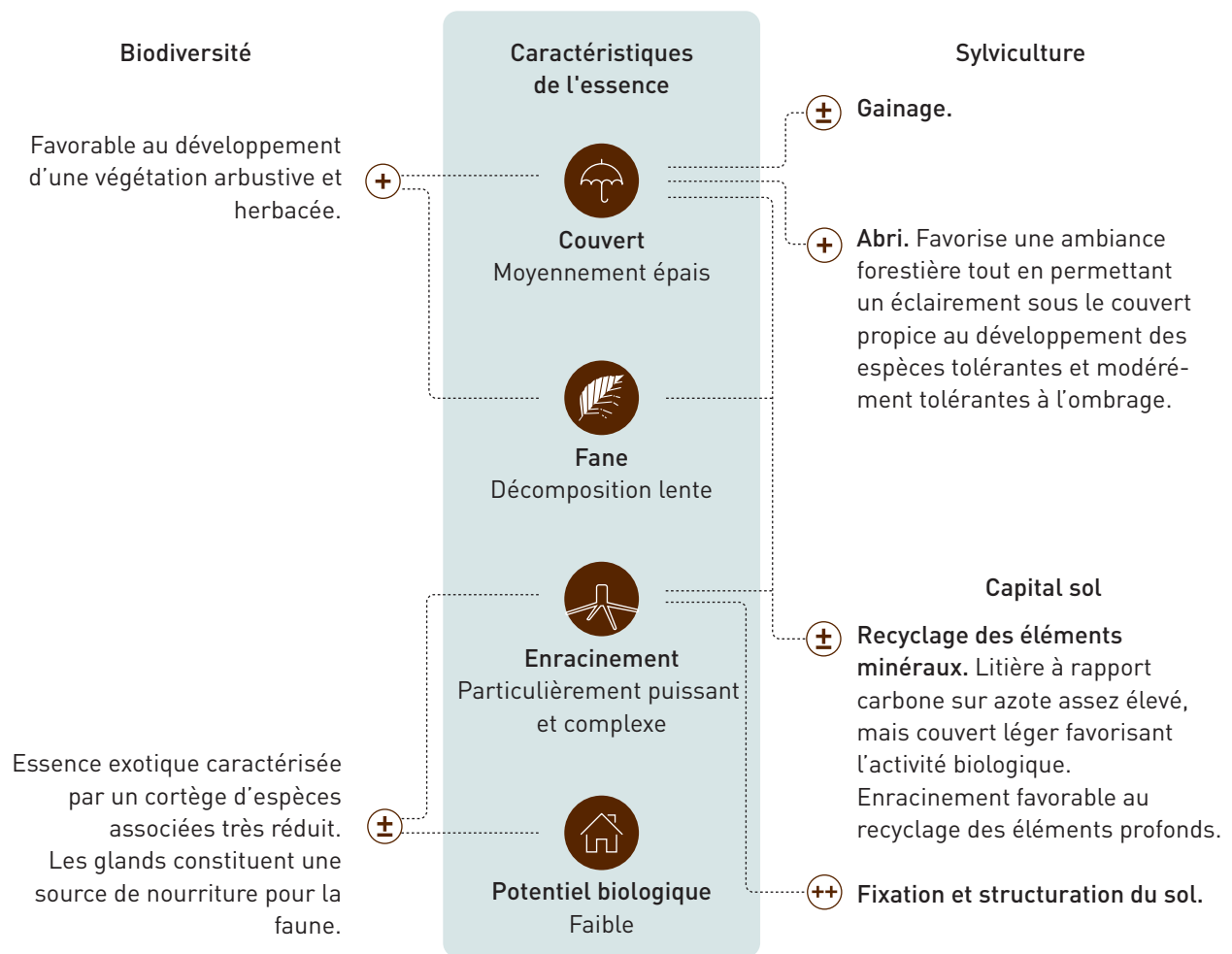
Essence à croissance juvénile très vigoureuse, le chêne rouge demande un traitement sylvicole approprié, caractérisé par éclaircies précoces et fréquentes, visant à la mise en lumière continue et homogène du houppier, car il réagit brutalement à l'éclaircissement latéral, en déformant sa cime sous l'effet d'un phototropisme prononcé.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Déformation du tronc, grosses branches latérales	Phototropisme	Mise en lumière homogène du houppier par des éclaircies précoces et régulières
Gourmands	Mise en lumière brutale du fût sur des arbres déséquilibrés	Équilibre houppier/fût Gainage Élimination des sujets trop défectueux
Roulures (plus résistant que les chênes indigènes)	Gel intense, aggravé en sols très pauvres ou très secs Irrégularités de croissance	Choix de la station Régularité des cernes par des éclaircies régulières

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Forte	Le chêne rouge est particulièrement apprécié par les cervidés
Écorcement	Moyenne	
Frottage	Forte	

Le chêne rouge peut également être attaqué par les rongeurs, lièvres et lapins.

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

L'anthraxose

Discula umbrinella

Site d'attaque : bourgeons, feuilles et branches.

Symptômes et dégâts : lésions sur les feuilles, au niveau du pourtour des nervures. Les feuilles infectées se recroquevillent avant de tomber. Chancres sur rameaux visibles au printemps suivant.

Conditions : printemps humide et frais, arbres en situation ombragée.

Caractère : primaire – moyennement fréquent.

Risque : pour les jeunes plantations.

Conséquence : perte de vigueur et affaiblissement.

Le pourridié à collybie

Gymnopus fusipes

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : destruction du système racinaire, pourriture orangée du bois au niveau des racines, mycélium blanc sous l'écorce. Parfois, carpophores en touffe au pied de l'arbre (de fin juin à fin septembre).

Conditions : sécheresse.

Caractère : primaire – moyennement fréquent.

Risque : pour le peuplement (propagation par spores aériennes).

Conséquence : perte de vigueur et affaiblissement. Dépérissement et mortalité possible d'arbres adultes suite à des facteurs aggravants (sécheresse par exemple). Risque de chablis.

Phytophthora spp.

Plusieurs espèces de *Phytophthora* dont *P. quercicola*, *P. cactorum*, *P. cambivora*

Site d'attaque : racines et base du tronc.

Symptômes et dégâts : destruction des racines, taches

noires parfois suintantes à la base du tronc, dégarnissement du houppier (dépérissement).

Conditions : sols hydromorphes.

Caractère : primaire/secondaire – peu à moyennement fréquent.

Risque : dispersion du pathogène via l'eau libre dans le sol.

Conséquence : dépérissement et mortalité possible d'arbres adultes (souvent en association avec d'autres facteurs de stress).

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mort de l'arbre.

Problématiques émergentes

Phytophthora cinnamomi

Même symptômes que ceux causés par d'autres *Phytophthora*, espèce sensible au gel – risque d'élargissement de son aire de répartition dans le contexte du changement climatique.

Le chancre du châtaignier

Cryphonectria parasitica

Site d'attaque : tronc, branches

Symptômes et dégâts : chancres sur écorce caractérisés par un renflement de la partie atteinte et la présence de pustules de teinte rouge, orange (fructi-

fications du champignon). Présence de palmettes de mycélium de teinte crème sous l'écorce. Production anarchique de gourmands en-dessous de la zone chancreuse, dessèchement et mortalité de branches/rameaux au-dessus du chancre.

Conditions : transmission possible via des piquets de châtaignier infectés. Pénétration dans l'arbre au niveau de blessures naturelles ou plaies de taille par des spores transportées par le vent. Certains isolats du champignon sont infectés par un virus ce qui leur confère une moindre agressivité (utilisation en lutte biologique).

Caractère : primaire – maladie très rare sur chêne.

Risque : propagation des spores par voie aérienne.

Conséquence : altération de la qualité du bois.



Insectes

Bombyx disparate

Lymantria dispar

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : défoliation plus tardive que pour les autres chenilles, pontes ressemblant à de petites éponges.

Conditions: -

Caractère : indépendant de la santé des arbres.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Par vagues, mais peu actif en Région wallonne.

Conséquences : des attaques répétées peuvent favoriser des dépérissements.

Cheimatobie hivernale

Operophtera brumata

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : défoliation dès le débourrement.

Conditions : coïncidence entre l'apparition des jeunes chenilles et le débourrement.

Caractère : indépendant de la santé des arbres.

Risque : possibilité de propagation au peuplement. Récurrent, par vagues.

Conséquences : des attaques répétées peuvent favoriser des dépérissements

Tordeuse verte

Tortrix viridana

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : défoliation dès le débournement, feuilles enroulées.

Conditions : coïncidence entre l'apparition des jeunes chenilles et le débournement.

Caractère : indépendant de la santé des arbres.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Récurrent, par vagues.

Conséquences : des attaques répétées peuvent favoriser des dépérissements.

Chenilles arpeuteuses

Geometridae

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : défoliation.

Conditions : -

Caractère : indépendant de la santé des arbres.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Récurrent, par vagues.

Conséquences : Des attaques répétées peuvent favoriser des dépérissements.

Trypodendron

Trypodendron domesticum, T. signatum

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : trous de pénétration, sciure blanche; taches sombres dans l'aubier.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants ; peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : secondaire.

Risque : individuel , possibilité de propagation au peuplement. Fréquent, peu dommageable.

Conséquence : dévalorisation du bois.

Lymexylon

Lymexylon dermestoides

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : petits amas de sciure tassée sous l'écorce, à l'endroit du trou de pénétration dans le bois.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : secondaire.

Risque : individuel , possibilité de propagation au peuplement. Sporadique, peu dommageable.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Agrile

Agrilus biguttatus

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries en zigzag au niveau du cambium.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : secondaire.

Risque : individuel , possibilité de propagation au peuplement. Sporadique, peu dommageable en Belgique.

Conséquences : dévalorisation du bois.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Si non exposé aux intempéries
Utilisations extérieures		Duramen non durable (classe IV), mais d'imprégnation plus aisée que les chênes indigènes
Utilisations intérieures	✓	Bonnes propriétés mécaniques et usinage aisé : plinthes et moulures, plancher, escaliers, aménagements intérieurs, ou ébénisterie
Usages spécifiques	✓	Très bonne aptitude au cintrage Tranchage et déroulage Bon bois énergie (combustion très rapide) Traverses de chemin de fer (traitement) Manches d'outils

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques

Actuellement, on observe une productivité plus importante du chêne rouge dans les régions de basse altitude, à la faveur de températures plus élevées et d'une saison de végétation plus longue. En ce sens, une augmentation globale des températures pourrait s'avérer favorable à l'espèce. Mais bien que tolérant au déficit hydrique, le

chêne rouge préfère les sols profonds et frais. Il risque donc de se trouver en difficulté sur les stations à sol très superficiel et/ou très caillouteux. À l'inverse, une augmentation des précipitations hivernales pourrait déstabiliser l'espèce sur les stations mal drainées, du fait de sa forte sensibilité à l'anoxie racinaire.

9 Références majeures

- Boudru M. (1979). La culture du chêne rouge d'Amérique en Belgique (*Quercus rubra* L.). Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux 14 (1), p. 3-22.
- Timbal J., Kremer A., Le Goff N., Nepveu G. (1994). Le Chêne rouge d'Amérique. INRA Editions, Paris, 564 p.





Chêne sessile, Chêne rouvre

Traubeneiche^{DE}, Wintereik^{NL}, Sessile oak^{EN}

Quercus petraea (Mattuschka) Lieblein.

1 Résumé

1.1 Atouts

- Très **large amplitude écologique**, lui permettant de coloniser un **grand nombre de milieux, y compris les plus contraignants** : tolère les stations très acides à calcaire, sub-humides à sèches. En Wallonie, essence typique de remplacement de la hêtraie en milieux trop secs ou trop pauvres. 😊
- **Enracinement** puissant, peu sensible à la compacité, et tolérant au manque d'oxygène, permettant la mise en valeur des stations à **régime hydrique alternatif** (en Famenne particulièrement).
- Bonne résistance au **vent**.
- Production d'un **bois de qualité**, adapté à de nombreux usages.
- Essence présentant un bon potentiel d'avenir dans le contexte des **changements climatiques**.

1.2 Limites

- Grande sensibilité aux **gelées tardives**, limitant entre autres son implantation dans les vallons froids et les « trous à gelées ».
- Inadapté aux stations à **engorgement prolongé ou permanent**.
- **Croissance** soutenue mais faible, engageant le sylviculteur pour une **révolution longue**.
- La **régénération** peut être difficile du fait de glandées irrégulières, de la fragilité des semis et jeunes plants, ou encore de sa forte attractivité vis-à-vis de la faune sauvage.

Remarque préliminaire

Les chênes sessile et pédonculé ont des écologies différentes dont il faut tenir compte. En particulier, le chêne pédonculé est exigeant en eau et éléments nutritifs, alors que le sessile est beaucoup plus tolérant et peut aussi croître sur des sols secs et acides.

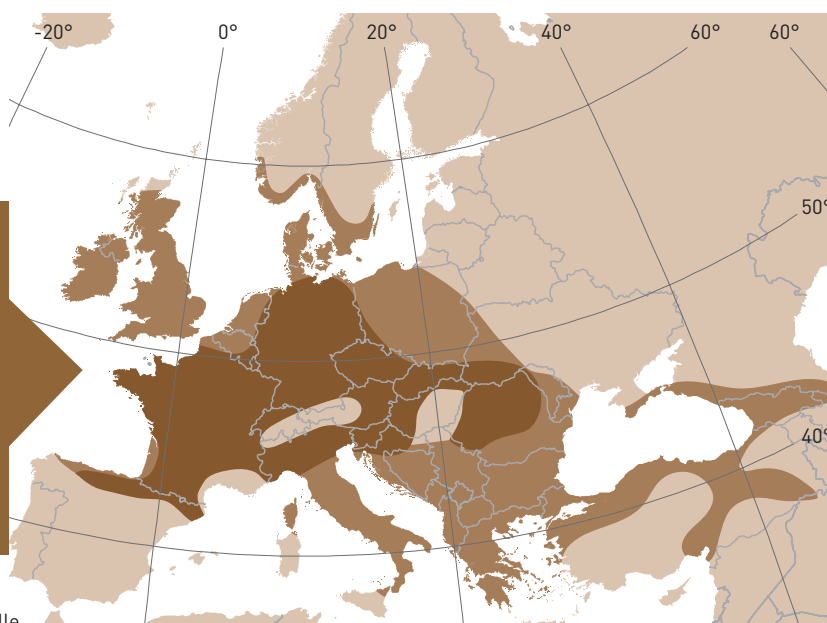
Néanmoins, dans certaines stations qui conviennent aux deux espèces, et lorsque la régénération naturelle est à l'œuvre depuis des générations, on observe des

chênes aux caractères moins tranchés qui résultent manifestement d'hybridation. Même s'ils ressemblent à l'une ou l'autre des deux espèces, tout porte à penser qu'il s'agit dès lors d'écotypes locaux bien adaptés. Dans ces situations, lors du choix de l'essence à favoriser, il ne faut donc pas se référer trop strictement aux adéquations stationnelles des espèces sessile ou pédonculé, mais plutôt considérer ces écotypes comme suffisamment adaptés et participant à la diversité génétique des chênes.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle

Essence indigène en Belgique. Distribution européenne à tendance subatlantique, on le retrouve essentiellement en Europe occidentale et centrale. Vers l'est, son aire de distribution est plus restreinte que celle du chêne pédonculé. Le chêne sessile est une essence des étages collinéen à montagnard.



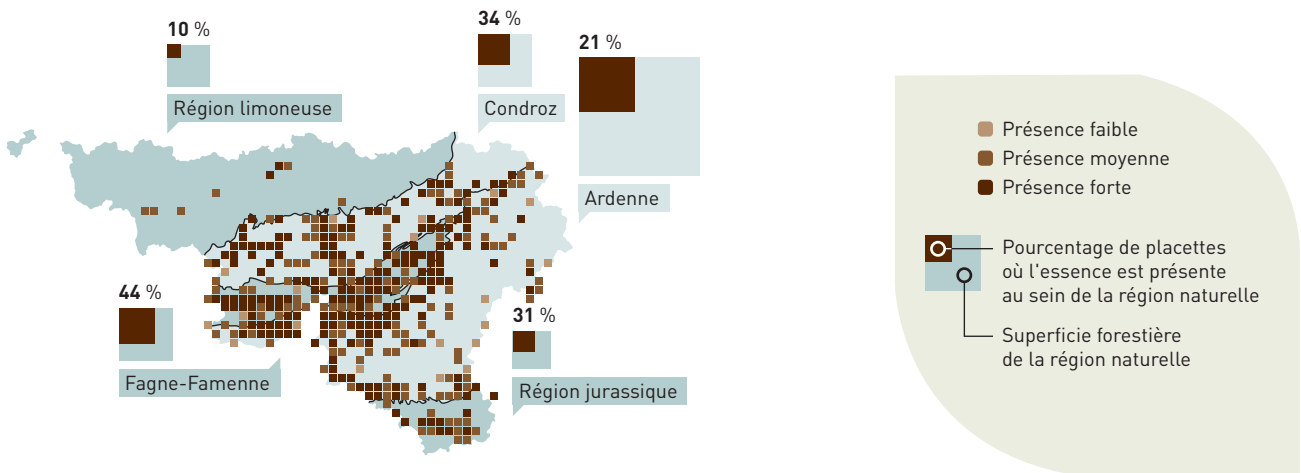
- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Les chênes indigènes (sessile et pédonculé confondus) constituent la première essence feuillue de la forêt wallonne. Ensemble, ils sont présents sur 48 % des surfaces forestières inventoriées. Ils sont cultivés en chênaies (chênes indigènes confondus - 34%) ou en mélange avec d'autres essences, comme arbres de futaie ou de taillis.

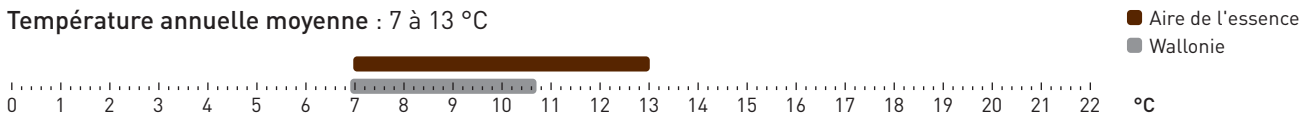
Au niveau régional, chacune des deux espèces est présente sur environ un quart de la surface forestière totale. Mais la représentativité des deux espèces varie en fonction des différentes régions naturelles. Dans les stations où les deux espèces coexistent naturellement et rencontrent des conditions optimales de croissance, un faible pourcentage d'hybrides est parfois observé.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : 7 à 13 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -30 °C / max. 45 °C



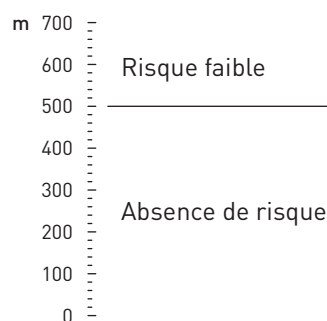
Précipitations annuelles totales : min. 600 mm



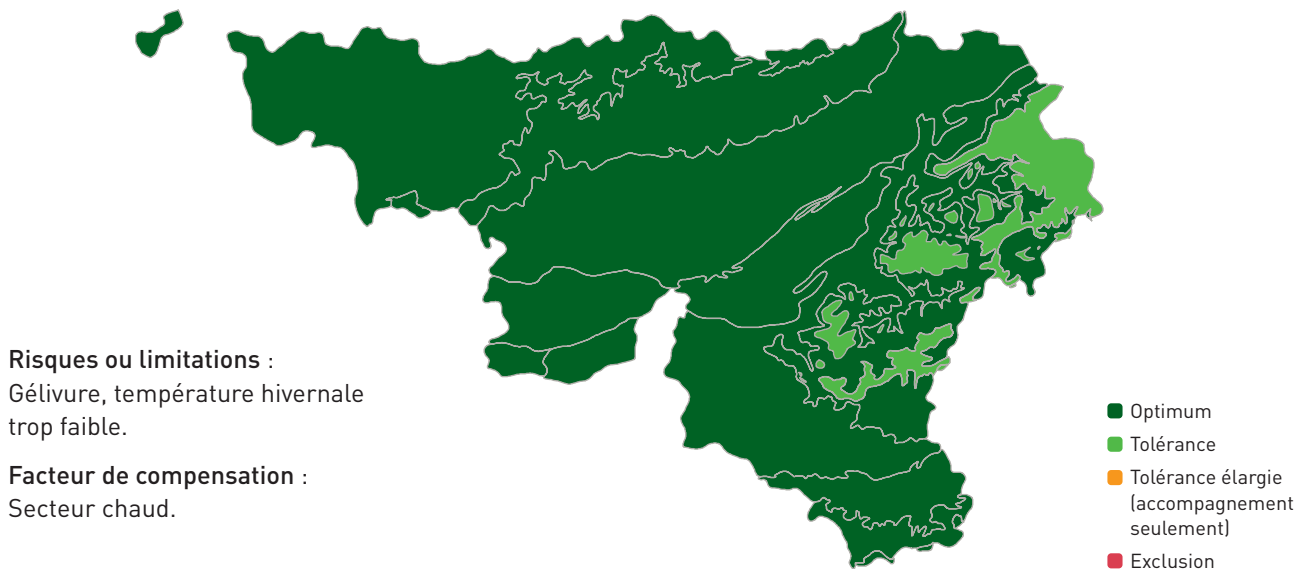
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

Au-delà de 500 m, la croissance de l'essence est ralentie, elle est également plus sujette aux roulures et aux gélivures. Le versant sud peut constituer un facteur de compensation.



3.3 Sensibilités climatiques particulières

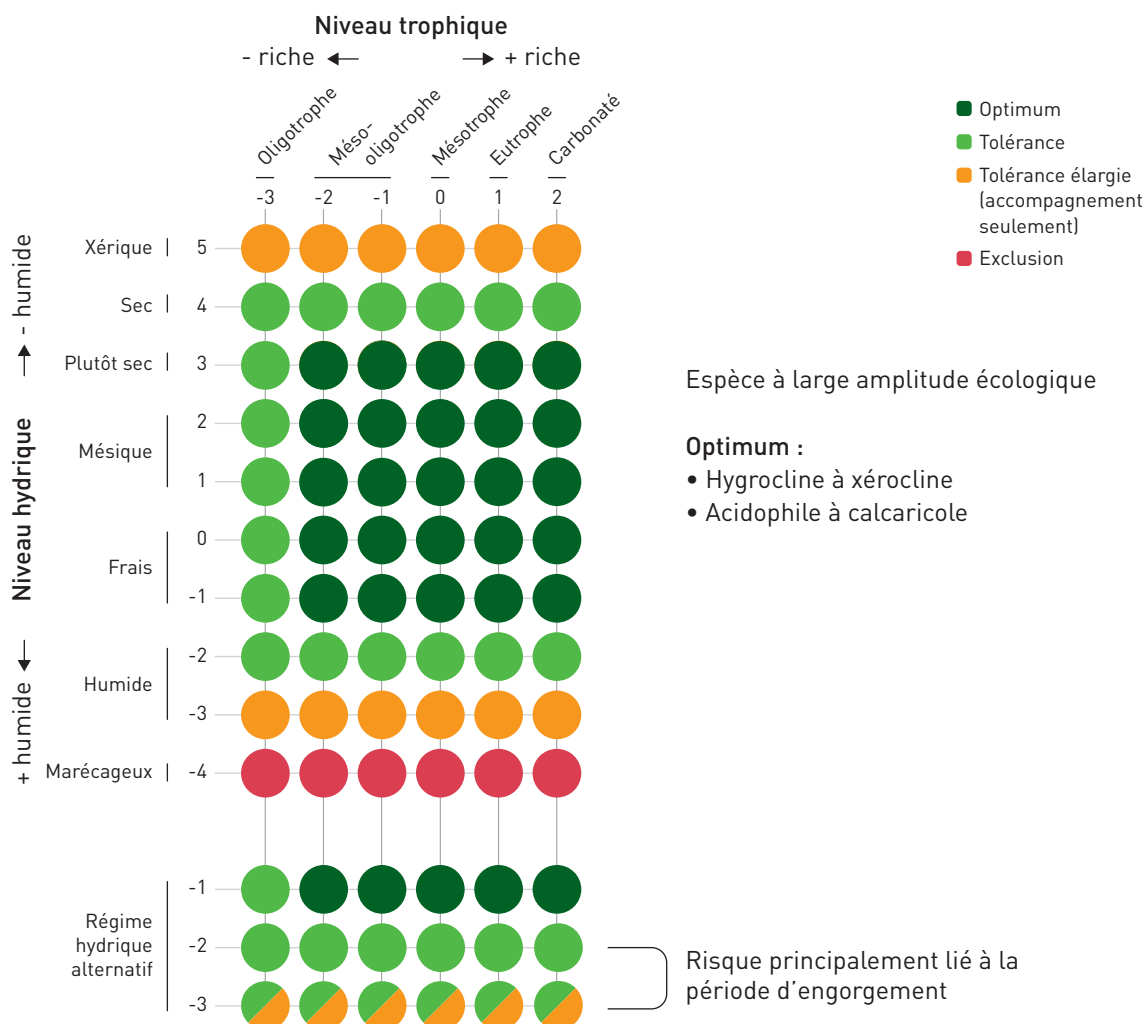


Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	TS	Destruction des jeunes semis
Adulte	TS	Destruction des jeunes pousses, des feuilles et des fleurs
Gelée précoce		
Juvenile	PS	Affecte les pousses polycycliques
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Canicule		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	S	La neige peut occasionner des dégâts lorsqu'elle s'accumule sur des sujets marcescents.
Adulte	PS	La neige peut occasionner des dégâts lorsqu'elle est lourde et collante. Le givre peut endommager les arbres par la surcharge qu'il provoque
Vent		
Juvenile	PS	Bonne résistance mécanique (enracinement et bris) et physiologique au vent. À l'occasion de tempêtes, il peut être mutilé, mais rarement renversé. Le vent peut aggraver des gélivures en cas de froid intense et long.
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Acidité : peu sensible

Sol carbonaté : non sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Sol oligotrophe ou podzolique Profil g ou pH < 3,8	-3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4		Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif
Sol marécageux ● Drainage g	-4			
Sol très humide ● Drainage f, i	-3	Précipitations élevées (Ardenne)	Hydromorphie non fonctionnelle	Sondage pédologique
Sol modérément humide ● Drainage e, h	-2		Sol meuble et/ou bien structuré	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **peu sensible** 😊

Risque principalement lié à la période d'engorgement.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA	« Argiles blanches »* (famille des sigles Gix et Ghx) Précipitations élevées (Ardenne)	Ressuyage rapide au printemps Hydromorphie non fonctionnelle Sol bien structuré et/ou contexte calcaire : marne, macigno, argile de décarbo- nationation, etc.	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)
● Drainage h	-2 RHA	Apport d'eau local important (microtopo- graphie) : cuvette, zone de source ou de suintement	Sol meuble et/ou bien structuré Sol limoneux profond	

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).Déficit hydrique : **sensible** 😊

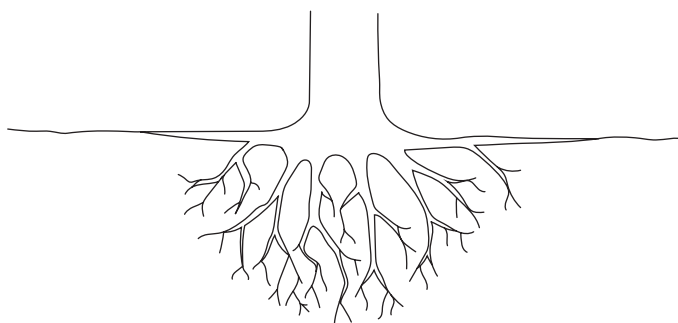
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Nappe d'eau en profondeur	
● ● Sol sec à xérique	4-5	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Pivotant à oblique
- Profond 😊

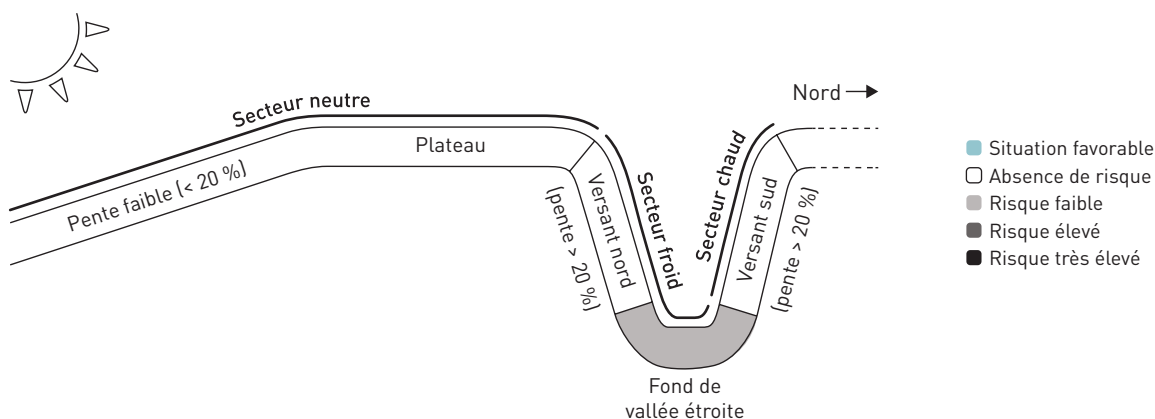


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **sensible** à l'engorgement prolongé du sol et tolérant au régime hydrique alternatif
- Compacité du sol : **peu sensible**

4.4 Effets des microclimats topographiques

Topographie



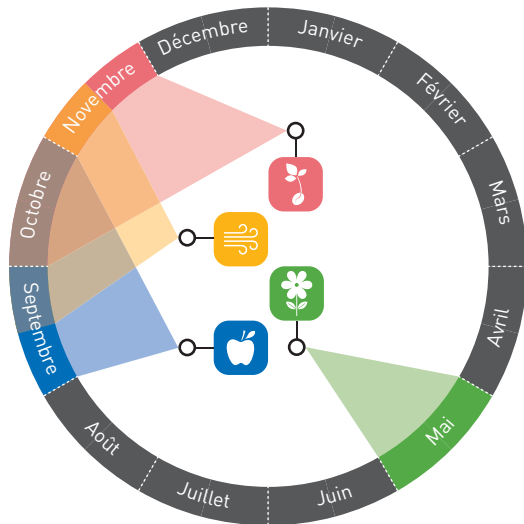
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Hygrométrie élevée, brouillards, gelées tardives, manque d'ensoleillement (essence héliophile).
Versant sud	<input type="checkbox"/> Absence de risque.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation: entre mai et mi-novembre.

Régénération sexuée



Régénération asexuée

Le chêne sessile rejette facilement de souche jusqu'à 60-80 ans.

Maturité sexuelle : 60 à 70 ans en peuplement mais 20-30 ans à l'état isolé.

Type de fleurs : unisexuées.

Localisation entre individus : monoïque.

Pollinisation : anémogamie.

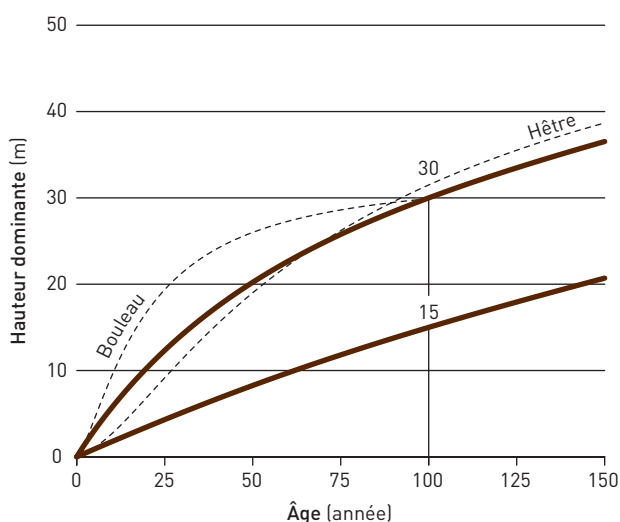
Type de fruit : gland.

Fréquence des fructifications : irrégulières, dépendant des conditions climatiques et des attaques de chenilles.

Mode de dissémination : zoochorie, barochorie.

Les graines sont récalcitrantes et non dormantes. Les glands ne peuvent pas descendre en dessous de 40% de teneur en eau. En forêt, la germination des glands se réalise très rapidement après leur chute et elle est plus rapide que celle du chêne pédonculé. Il peut donc être important de travailler le sol juste avant la glandée pour favoriser l'enracinement et éviter la dessiccation des glands. Ceux-ci sont sensibles aux pourritures encore bien plus que ceux du chêne pédonculé. Les glands sont difficilement conservables plus d'un hiver.

5.2 Croissance et productivité



Croissance : précoce, lente et soutenue .

Hauteur à maturité : 20 à 35 m.

Productivité (AMV) : 3 à 7 m³/ha/an vers 150 ans (peu productif).

Longévité : plus de 500 ans.

Exploitabilité : 100 à 200 ans.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

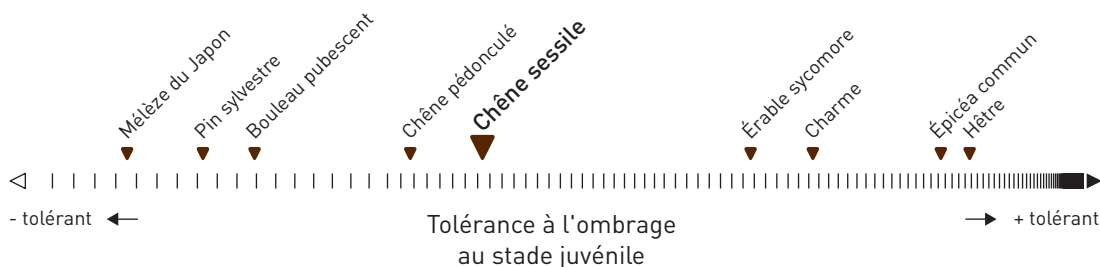
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Faible tolérance à l'ombrage.
Supporte un couvert supérieur léger uniquement pendant les premières années.

Stade adulte

Exige la pleine lumière, supporte une compétition latérale légère.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclairciment	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Fort ralentissement de la croissance et dépérissement
Mise en lumière brutale	Le développement de gourmands est d'autant plus important que la proportion du houppier est faible et que le tronc n'a pas de protection latérale (gainage).

5.4 Précautions à l'installation

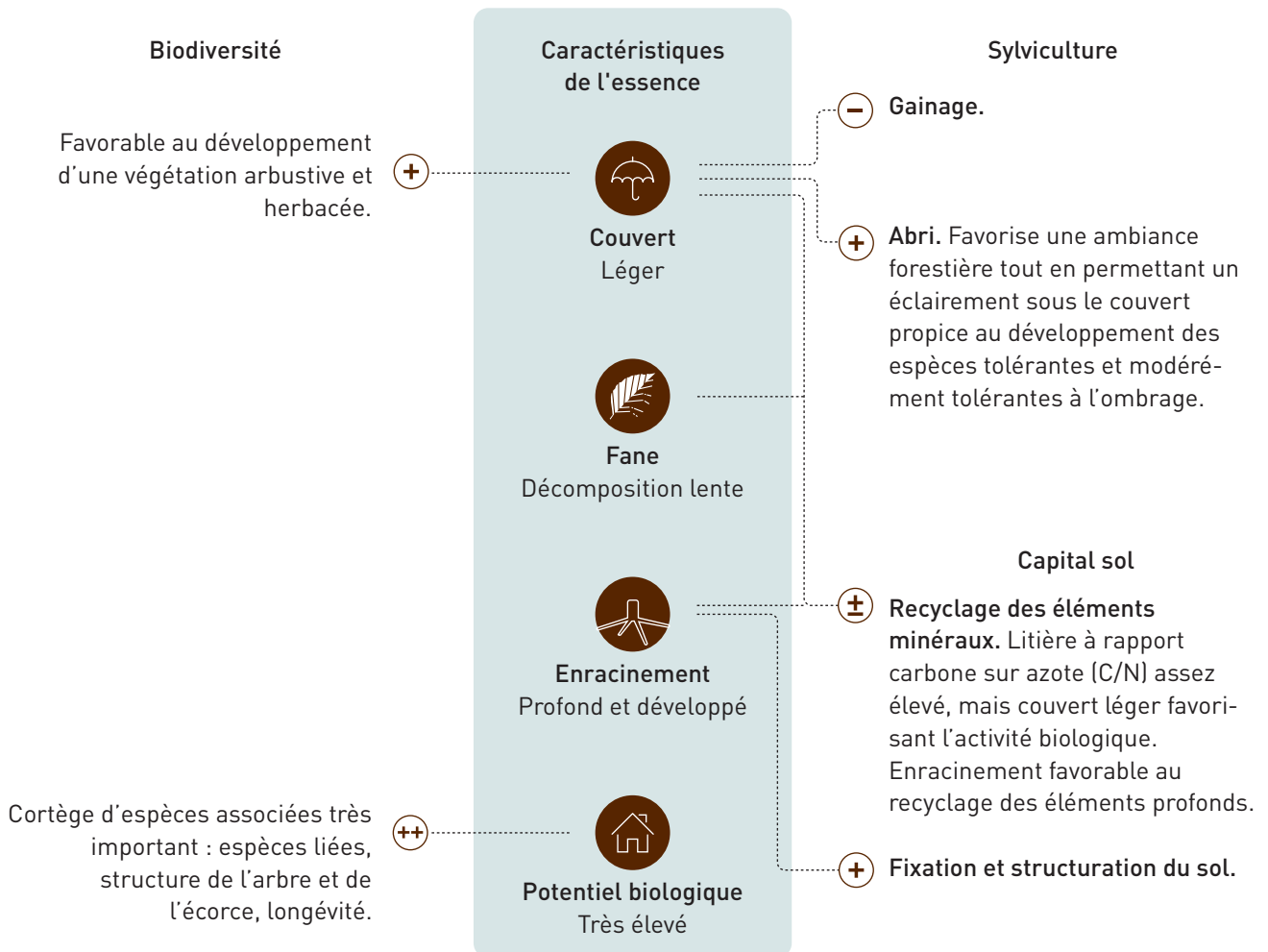
- **Essence héliophile à croissance moyenne :**
Contrôler strictement la concurrence.
Dès que le semis est acquis relever progressivement le couvert.
- **Essence très appétante pour la faune sauvage**
- **Dans les sols lourds et compacts et en présence de pseudogley, une remontée du plan d'eau peut provoquer l'asphyxie des racines des semis du chêne sessile, en cas de régénération naturelle abondante, veiller donc à recourir à des coupes progressives.**

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Fibre torse	Prédisposition génétique	Élimination des sujets défectueux
Gélivure	Gel intense, aggravé en sols très pauvres ou trop humides	Choix de la station
Roulure	Gel intense, aggravé en sols très pauvres. Irrégularités de croissance (taillis sous futaie)	Choix de la station Régularité des cernes par des éclaircies régulières
Epicormiques (gourmands, picots, brogues...)	Mise en lumière du fût sur des arbres déséquilibrés Prédisposition génétique.	Équilibre houppier/fût Gainage Élimination des sujets trop défectueux

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Forte	
Écorcement	Faible	
Frottage	Moyenne	

Remarque : les chênes sont sensibles au rongement d'écorce par les lièvres et les lapins. Les glands sont également très appréciés par de nombreux animaux (mammifères et oiseaux).

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

L'oidium (complexe d'espèce dont *Erysiphe alphitoides* et *E. quercicola*)

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : feutrage blanc sur la face supérieure des jeunes feuilles, puis brunissement et chute prématurée du feuillage.

Conditions : sécheresse au cours de l'année précédant l'infection, brusque mise en lumière.

Caractère : primaire - fréquent.

Risque : pour la régénération en cas d'infection précoce, pour le peuplement sur arbres stressés (par exemple suite à l'action d'agents défoliateurs et/ou en cas de sécheresse).

Conséquence : perte de régénération, diminution de croissance (si l'infection succède à une attaque de chenilles défoliatrices) surtout chez le chêne pédonculé (*Quercus robur*).

Le pourridié à collybie (*Gymnopus fusipes*)

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : Destruction du système racinaire, pourriture orangée du bois au niveau des racines, mycélium blanc sous l'écorce. Parfois, carpophores en touffe au pied de l'arbre (de fin juin à fin septembre).

Conditions : sécheresse, chêne pédonculé plus sensible que le chêne sessile.

Caractère : primaire – moyennement fréquent.

Risque : pour le peuplement (propagation par spores aériennes), risque aussi pour le châtaignier.

Conséquence : perte de vigueur et affaiblissement. Dépérissement et mortalité possible d'arbres adultes suite à des facteurs aggravants (sécheresse par exemple). Risque de chablis.

Phytophthora spp. (plusieurs espèces de *Phytophthora* dont *P. quercicola*, *P. cactorum*, *P. cambivora*)

Site d'attaque : racines et base du tronc.

Symptômes et dégâts : destruction des racines, taches noires parfois suintantes à la base du tronc, dégarnissement du houppier (dépérissement).

Conditions : sols hydromorphes.

Caractère : primaire/secondaire – peu à moyennement fréquent.

Risque : dispersion du pathogène via l'eau libre dans le sol.

Conséquence : dépérissement et mortalité possible. d'arbres adultes (souvent en association avec d'autres facteurs de stress).

La pourriture noire des glands (*Ciboria batschiana*)

Site d'attaque : glands.

Symptômes et dégâts : pourriture noire sur les glands, absence de germination.

Conditions : pluies abondantes en fin d'été/automne, infection des graines tombées au sol mais aussi sur l'arbre (via des spores transmises par le vent).

Caractère : secondaire – peu fréquent.

Risque : contamination de lots de graines (même à basse température) et destruction des récoltes de graines lors du stockage, risque de transmission au châtaignier.

Conséquence : perte de régénération.

L'armillaire (pourridié racinaire) (*Armillaria spp.*)

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mort de l'arbre.

Le dépérissement chronique du chêne

(« *Chronic oak decline* »)

Ce phénomène est observé de façon périodique depuis plusieurs décennies. Il concerne principalement le chêne pédonculé (*Quercus robur*) et résulte de l'interaction de facteurs abiotiques (sécheresse, gel tardif notamment) et biotiques (agents défoliateurs, oïdium, pourridiés racinaires). Les mortalités sur arbres adultes peuvent être importantes et le risque pour le peuplement est important.

Problématiques émergentes

Phytophthora cinnamomi (même symptômes que ceux causés par d'autres *Phytophthora*, espèce sensible au gel – risque d'élargissement de son aire de répartition dans le contexte du changement climatique).

**Insectes****Bombyx disparate** (*Lymantria dispar*)

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : défoliation plus tardive que pour les autres chenilles, pontes ressemblant à de petites éponges.

Conditions : -

Caractère : indépendant de la santé des arbres.

Risque : possibilité de propagation au peuplement. Par vagues, mais peu actif en Région wallonne.

Conséquences : des attaques répétées peuvent favoriser des dépérissements.

Cheimatobie hivernale (*Operophtera brumata*)

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : défoliation dès le débourrement.

Conditions : coïncidence entre l'apparition des jeunes chenilles et le débourrement.

Caractère : indépendant de la santé des arbres.

Risque : possibilité de propagation au peuplement. Récurrent, par vagues.

Conséquences : des attaques répétées peuvent favoriser des dépérissements.

Tordeuse verte (*Tortrix viridana*)

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : défoliation dès le débournement, feuilles enroulées.

Conditions : coïncidence entre l'apparition des jeunes chenilles et le débournement.

Caractère : indépendant de la santé des arbres.

Risque : possibilité de propagation au peuplement. Récurrent, par vagues.

Conséquences : des attaques répétées peuvent favoriser des dépérissements.

Chenilles arpeuteuses (*Geometridae*)

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : défoliation.

Conditions : -

Caractère : indépendant de la santé des arbres.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Récurrent, par vagues.

Conséquences : des attaques répétées peuvent favoriser des dépérissements.

Trypodendron (*Trypodendron domesticum*, *T. signatum*)

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : trous de pénétration, sciure blanche; taches sombres dans l'aubier.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants ; peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : secondaire, fréquent, parfois dommageable.

Risque : possibilité d'extension par taches.

Conséquence : dévalorisation du bois.

Lymexylon (*Lymexylon dermestoides*)

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : petits amas de sciure tassée sous l'écorce, à l'endroit du trou de pénétration dans le bois.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : secondaire.

Risque : individuel, possibilité de propagation au peuplement. Sporadique, peu dommageable.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Agriole (*Agrilus biguttatus*)

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries en zigzag au niveau du cambium.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : secondaire.

Risque : individuel, possibilité de propagation au peuplement. Sporadique, peu dommageable en Belgique.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Problématiques émergentes**Processionnaire du chêne**

(*Thaumetopoea processionea*)

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : Défoliation dès le débournement, chenilles grégaires, activité nocturne, confection de nids en soies.

Conditions : coïncidence entre l'apparition des jeunes

chenilles et le débourrement.

Caractère : indépendant de la santé des arbres. Actif en Flandre. Non encore signalé (2015) en Wallonie.

Risque : possibilité de pullulations.

Conséquences : des attaques répétées peuvent favoriser des dépérissements. Poils urticants.

Xylosandrus germanus

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier, bâtonnets de sciure blanche "cigarettes" sortant de l'orifice des galeries.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : faiblesse. Invasif. Originaire d'Asie. En extension géographique. Largement présent en Région bruxelloise, sporadique en Wallonie.

Risque : Individuel.

Conséquences : Dévalorisation du bois.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Durable et bonne propriétés mécaniques
Utilisations extérieures	✓	
Utilisations intérieures	✓	Recherché pour sa maille
Usages spécifiques		Tranchage, cintrage, merrains, caillebotis

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☺

D'un point de vue abiotique, le chêne sessile apparaît comme une essence bien armée pour faire face aux changements climatiques.

Son aire de distribution s'étend en effet jusqu'aux plaines d'Europe centrale, où il est naturellement adapté aux périodes estivales chaudes et sèches.

En Wallonie, l'espèce fait preuve d'une grande plasticité écologique et est assez résistante au manque d'eau, ce qui lui permet de coloniser des milieux contraignants

pour d'autres espèces : versants sud, pentes fortes, sols superficiels etc. Le chêne sessile constitue déjà naturellement l'essence typique de remplacement du hêtre dans les milieux trop secs ou à engorgement temporaire, et également du chêne pédonculé lorsqu'il n'est pas en station.

L'espèce est par ailleurs dotée d'un enracinement très puissant, favorisant sa stabilité en cas d'augmentation de phénomènes climatiques extrêmes tels que les tempêtes.

9 Références majeures

- Balleux P. et Lemaire J. (2002). **Orientations sylvicoles des chênes indigènes**. Ministère de la Région wallonne. DGRNE, DNF. Fiche technique n°13, 81 p.
- Lemaire J. (2010). **Le chêne autrement. Produire du chêne de qualité en moins de 100 ans en futaie régulière**. Guide technique. IDF, 176 p.
- ONF (2010). **Sylviculture des chênaies dans les forêts publiques françaises**. Rendez-vous techniques de l'ONF, hors-série n°5. 72 p.
- Sardin T. (2008). **Chênaies continentales**. Guide des sylvicultures. Office Nationale des Forêts, Paris, 455p.





Châtaignier

Edelkastanie^{DE}, Tamme kastanje^{NL}, European chestnut^{EN}

Castanea sativa Mill.

1 Résumé

1.1 Atouts

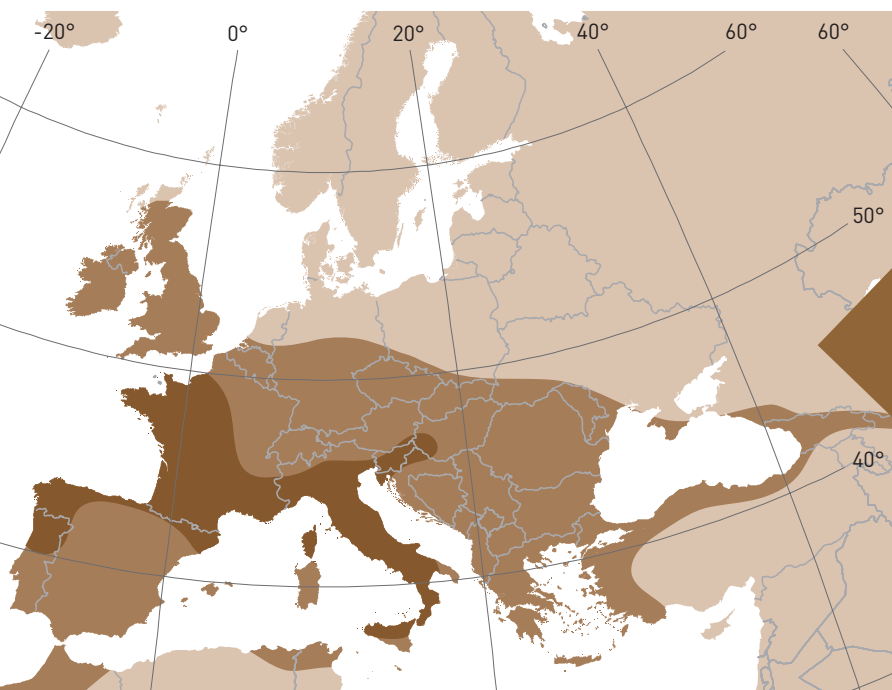
- Bonne tolérance aux stations à tendance sèche (sol peu profond, caillouteux), sur lesquelles il maintient un bon niveau de productivité. 😊
- Très large gamme d'utilisation du bois, y compris en structure, de par ses propriétés technologiques, sa durabilité et son aspect esthétique.
- Croissance juvénile élevée et terme d'exploitabilité précoce.
- Tolérant à l'acidité, permet la valorisation de stations contraignantes, mais avec une production réduite.
- Essence présentant un bon potentiel d'avenir dans le contexte des changements climatiques. 😊

1.2 Limites

- Espèce à optimum relativement restreint en vue d'une production en quantité et qualité :
 - **station ni calcaire (essence calcarifuge) ni trop pauvre**
 - sol meuble et bien drainé. **Enracinement particulièrement sensible à la compacité et l'hydromorphie.**
- Espèce à affinité méditerranéenne, **exigeante en chaleur, sensible au grand froid** (minimum absolu de -20 °C) **et aux gelées** (tardives et précoces) pendant le stade juvénile : production risquée en Ardenne et en Fagne-Famenne.
- La **roulure** (saine et/ou traumatique) est un défaut fréquemment rencontré.
- Il nécessite une **sylviculture dynamique** : pas de retard d'éclaircie sinon risque de roulure, et pas de mise en lumière brutale sinon risque de gourmands et de coups de soleil.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Le châtaignier est une espèce spontanée autour de la Méditerranée. Il se retrouve en Afrique du Nord, en Europe méridionale, de la péninsule Ibérique à la Grèce, également en Hongrie, Bulgarie, Croatie, Albanie et Roumanie. Il s'étend aussi en Asie Mineure et dans la région du Caucase.

Ses limites peuvent se définir par l'impossibilité de fructifier et de se reproduire au nord du 55^{ème} parallèle et de survivre naturellement au sud des Monts de Tlemcen (Afrique du Nord).

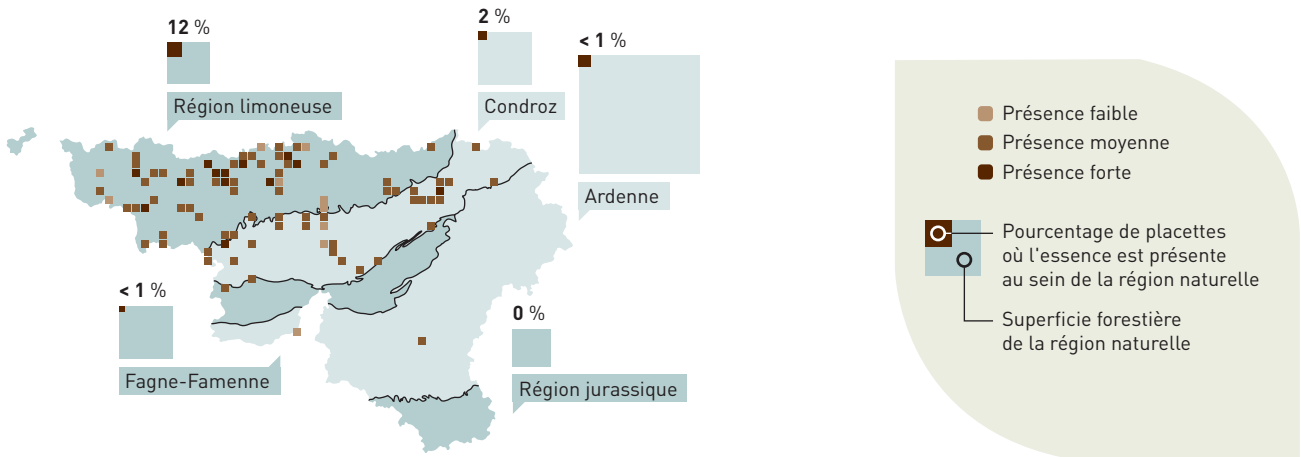
Les activités humaines ayant modifié sa distribution potentielle, il est difficile de déterminer les régions où il est vraiment spontané et on le retrouve parfois loin de son optimum écologique.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

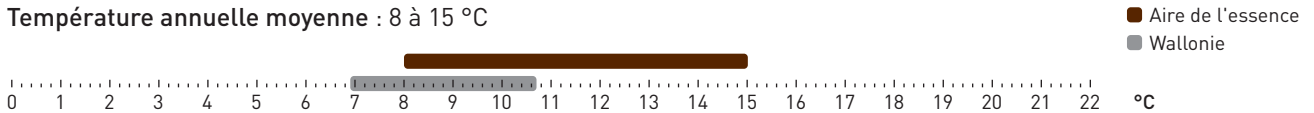
Le châtaignier est présent sur environ 2 % de la forêt wallonne. Dans 64 % des cas, cette espèce est observée en Région limoneuse. Le châtaignier est présent à l'état disséminé au sein de peuplements feuillus ou résineux. Dans 13 % des observations, on le retrouve également en peuplements purs.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

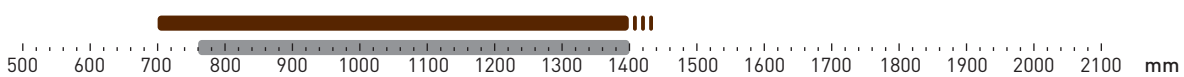
Température annuelle moyenne : 8 à 15 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -20 °C et max. 40 °C



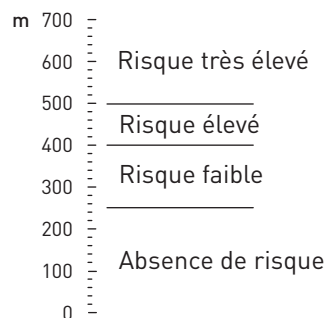
Précipitations annuelles totales : min. 700 mm



3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

A partir de 250 m, le châtaignier commence à souffrir des gelées tardives. A partir de 350 m, la période de végétation commence à être trop courte et la température annuelle trop faible.

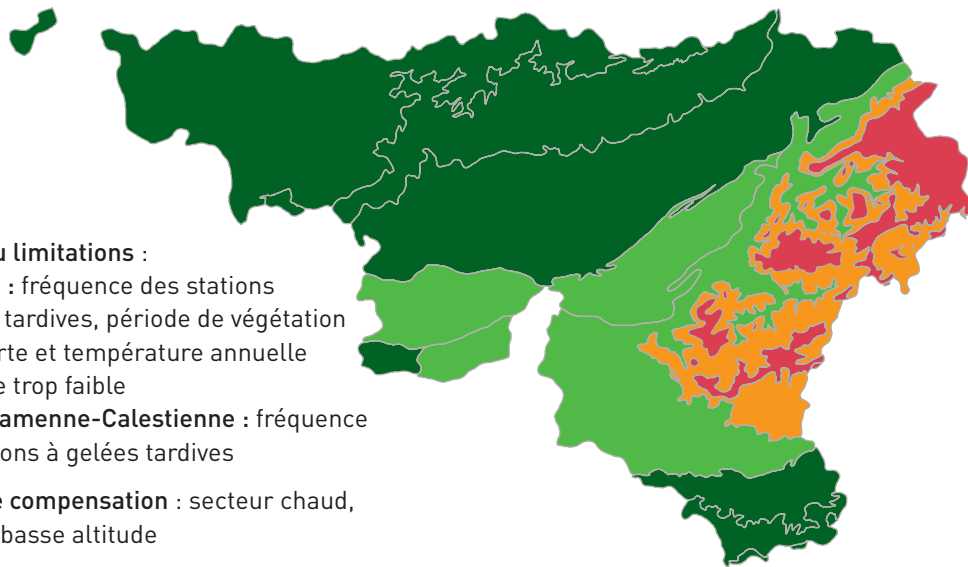


3.3 Sensibilités climatiques particulières

Risques ou limitations :

- **Ardenne** : fréquence des stations à gelées tardives, période de végétation trop courte et température annuelle moyenne trop faible
- **Fagne-Famenne-Calestienne** : fréquence des stations à gelées tardives

Facteur de compensation : secteur chaud, vallées de basse altitude



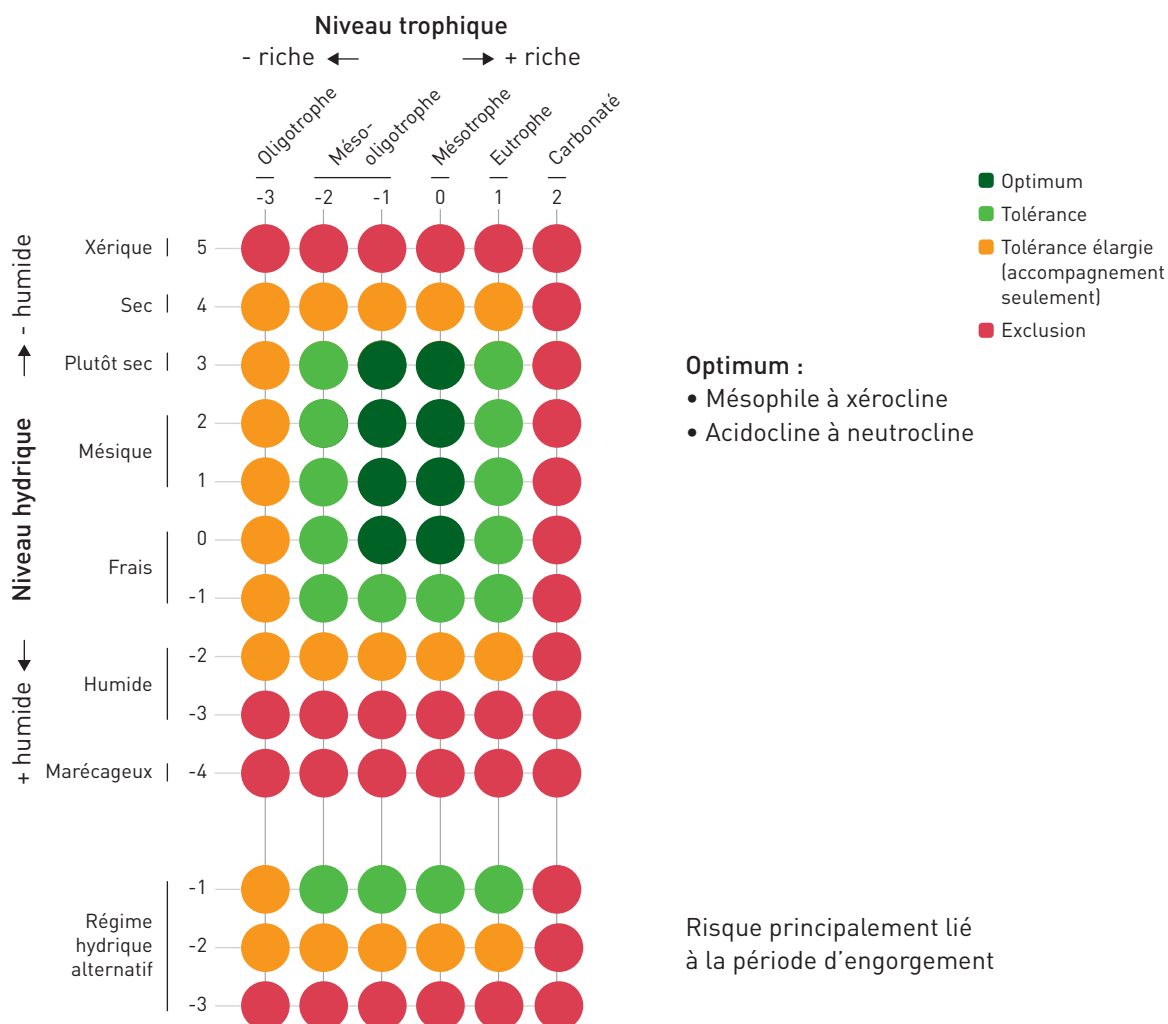
- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvénile	S	Hybrides, provenances et variétés à débourrement précoce (espèce à débourrement tardif)
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvénile	S	Lorsque les conditions climatiques induisent un aoûtement tardif des pousses
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvénile	S	Les plants de 2 ou 3 ans sont très sensibles. Très difficile, voire impossible de l'installer sur sols très filtrants lorsqu'il y a un déficit hydrique estival
Adulte	PS 😊	
Canicule		
Juvénile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvénile	S	
Adulte	PS	
Vent		
Juvénile	PS	Les bras des tailles sont sensibles aux chablis
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **sensible** (diagnostics complémentaires : test HCl sur terre fine et mesure du pH)

Acidité : **sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Sol oligotrophe ou podzolique pH <3,8 ou profil g	-3			
● Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique pH 3,8-4,5 ou profil f	-2	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : très sensible ☹️

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou para-tourbeux ● Texture V ou Phase (v)	-4		Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f, i	-4 -3			
Sol modérément humide à frais ● Drainage e, h ● Drainage d	-2 -1	Précipitations élevées (Ardenne) Sol compact Texture lourde (E,U)	Sol meuble et/ou bien structuré Hydromorphie non fonctionnelle Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie > 60-70cm	Sondage pédologique

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : très sensible ☹️

Risque principalement lié à la période d'engorgement.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)
● Drainage h	-2 RHA	Sol ou horizon compact à faible profondeur : contexte schisto-argileux de Famenne, « argiles blanches » (famille de sigles Ghx)*, horizon argileux, fragipan	Sol meuble et/ou bien structuré Ressuyage rapide au printemps	
● Drainage d	-1 RHA	Texture lourde (E, U) Apport d'eau local important (microtopographie) : cuvette, zone de source	Profondeur d'apparition du pseudogley > 60 -70 cm	

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).

Déficit hydrique : sensible 😊

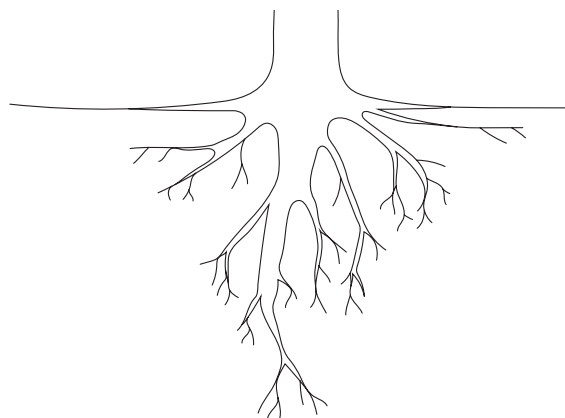
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité
Sol à drainage excessif ● Drainage a ● Sol xérique	5			
● Sol sec	4	Précipitations faibles (hors Ardenne)		

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Pivotant
- Profond et puissant 😊

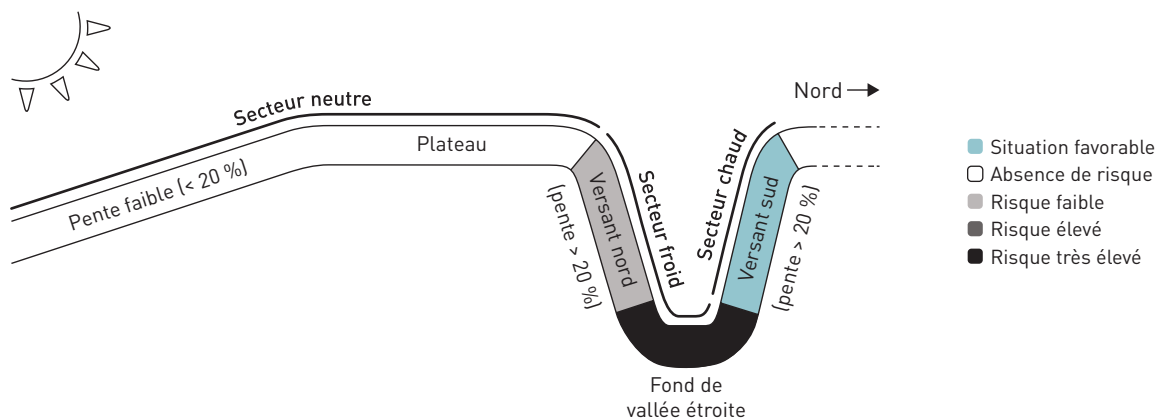


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : très sensible 😞, ne pénètre pas les horizons engorgés, même temporairement.
- Compacité du sol : très sensible, ne pénètre pas les horizons à structure massive.

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable Test de structure (sols argileux) Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis
Substrat u		u apparaissant en profondeur (>70 à 80 cm)	
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	

4.4 Effets des microclimats topographiques



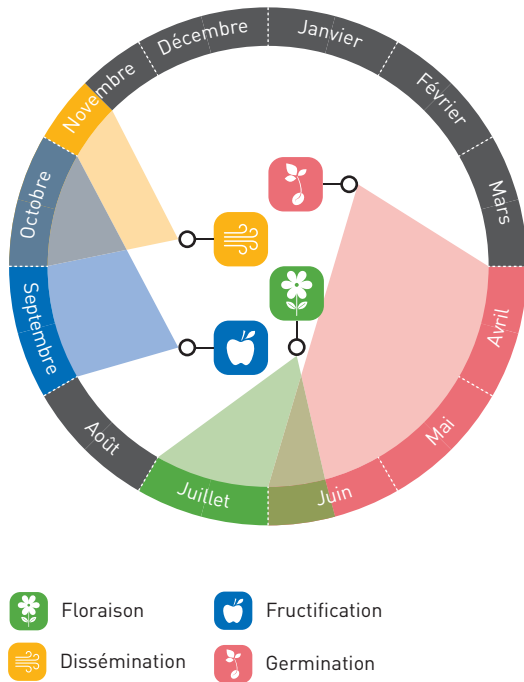
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> Risque faible. Manque de chaleur.
Fond de vallée étroite	<input type="checkbox"/> Risque élevé. Températures hivernales trop faibles, gelées tardives.
Versant sud	<input type="checkbox"/> Situation favorable. Besoins en chaleur satisfaits (essence thermophile).

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : mi-mars à mi-octobre.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : **Entre 15 et 20 ans.**

Type de fleurs : **unisexuées.**

Localisation entre individus : **monoïque.**

Pollinisation : **anémogamie et parfois entomogamie selon l'humidité de l'air.**

Type de fruit : **bogue épineuse contenant 1 à 3 akènes (châtaignes).**

Fréquence des fructifications : **2 à 3 ans.**

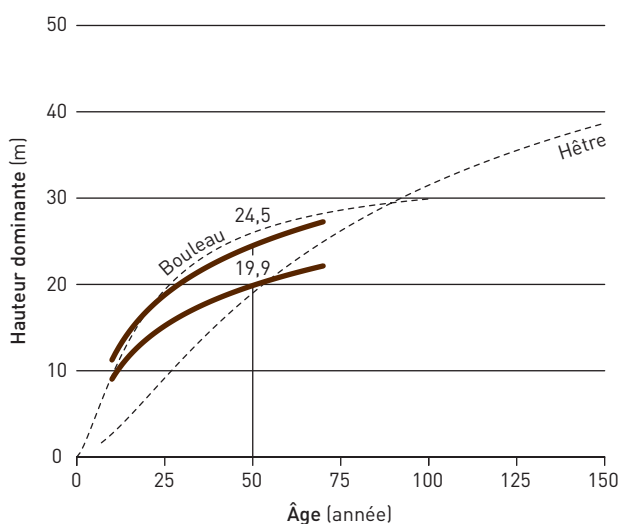
Mode de dissémination : **barochorie et zoochorie.**

Les châtaignes sont récalcitrantes et elles se conservent mal (difficile de le faire avec succès sur plus d'un hiver). Elles ont une faible dormance qui se lève par le froid. Le simple fait de les conserver humides dans des bidons durant l'hiver à une température de 1 à 3°C est suffisant pour lever cette dormance. En conditions naturelles, les graines germent généralement le printemps qui suit la dispersion des graines. La prédation est très importante durant l'automne et l'hiver.

Régénération asexuée

Le châtaignier produit de nombreux rejets vigoureux, même à partir de souches d'arbres âgés.

5.2 Croissance et productivité



Croissance : précoce, moyennement rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité (m) : généralement 30 m mais pouvant atteindre 40 m.

Productivité (AMV m³/ha/an) : 4 à 13 m³/ha/an vers 60 ans (productif).

Longévité : plus de 500 ans.

Exploitabilité : 12 à 25 ans pour les taillis, 50 ans pour les futaies.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

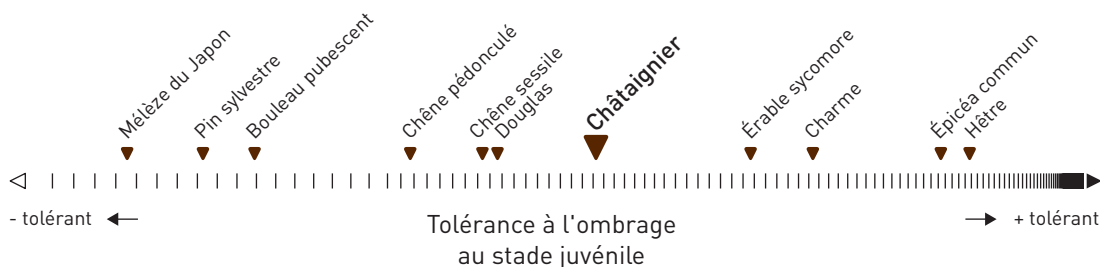
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Tolérance moyenne à l'ombrage.
Supporte un couvert supérieur léger uniquement pendant les premières années. Préfère l'éclairement direct.

Stade adulte

Exige la pleine lumière, supporte une compétition latérale légère.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclairement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Ralentissement de la croissance, mortalité
Mise en lumière brutale	Risque de coup de soleil sur les troncs d'arbres adultes, dépérissement, gourmands

5.4 Précautions à l'installation

Plantation

Dans le cas de la plantation du châtaignier, il importe d'éviter les stations présentant de l'hydromorphie, les stations exposées aux risques de gel (espèce sensible aux gelées précoces et tardives au stade juvénile) et les stations avec présence de calcaire actif. Les stations sujettes aux sécheresses estivales sont à éviter. L'espèce est appétante, il est recommandé de protéger les plants.

Régénération naturelle

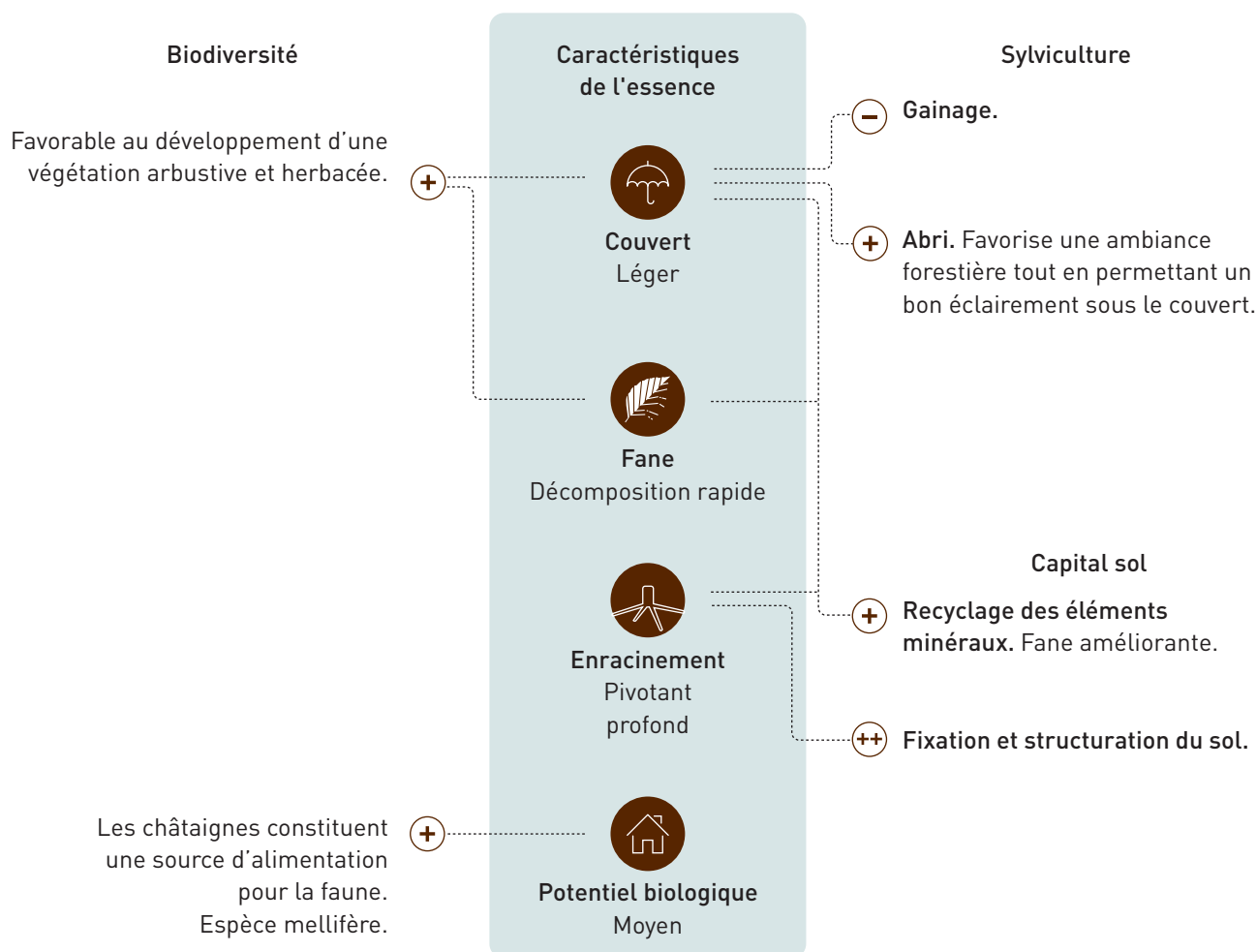
Le châtaignier est un essence héliophile, il est donc nécessaire de contrôler strictement la concurrence. Les cépées étant sensibles au vent, il faut éviter les stations qui y sont fortement exposées.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières :
Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne
environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Roulure saine	Fissure mécanique pouvant survenir par la libération de contraintes internes à la croissance, à l'abattage ou au sciage	Interventions précoces visant à maintenir les conditions de croissance régulière et de verticalité des tiges. Révolutions courtes (max. 40 à 60 ans). Réserver le châtaignier aux stations favorables.
Roulure traumatique	Brûlures, chancre, gélivure, pourriture, nœuds, dégâts d'exploitation, dégâts de la grande faune	Ne pas blesser les arbres lors des coupes. Élaguer tôt les arbres d'avenir. Éclaircir précocement les taillis de qualité et les plantations pour éviter l'apparition de chancres.

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Forte	
Écorcement	Moyenne	
Frottage	Forte	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux



Pathogènes

Le chancre du châtaignier

Cryphonectria parasitica

Site d'attaque : tronc, branches

Symptômes et dégâts : chancres sur tronc caractérisés par un renflement de la partie atteinte et la présence de pustules de teinte rouge, orange (spores du champignon). Présence de palmettes de mycélium de teinte crème sous l'écorce. Production anarchique de gourmands en-dessous de la zone chancreuse, dessèchement et mortalité de branches/rameaux au-dessus du chancre.

Conditions : transmission possible via des piquets de châtaignier infectés. Pénétration dans l'arbre au niveau de blessures naturelles ou plaies de taille par des spores transportées par le vent. Certains isolats du champignon sont infectés par un virus ce qui leur confère une moindre agressivité (utilisation en lutte biologique).

Caractère : primaire – peu fréquent – rare sur chênes et peu agressif.

Risque : pour le peuplement (maladie contagieuse, dispersion des spores par voie aérienne et via des insectes vecteurs passifs).

Conséquence : organisme réglementé en pépinière. Mortalité d'arbres adultes en cas d'attaque par des isolats non virosés.

Le javart

Diplodina castanea

Site d'attaque : jeunes tiges, brins de taillis.

Symptômes et dégâts : écorce brunâtre sous forme de tache allongée qui se fissure et met le bois à nu, nécrose cambiale sous-jacente, dessèchement de la tige.

Conditions : dans des peuplements affaiblis – pénétration dans la tige via des blessures naturelles ou plaies de taille.

Caractère : secondaire - moyennement fréquent.

Risque : pour le peuplement si les arbres sont affaiblis par d'autres causes.

Conséquence : mort des brins de taillis.

Encre du châtaignier

Phytophthora cambivora et *P. cinnamomi*

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : écoulement de teinte brune ou noire au niveau de l'écorce à la base de l'arbre. Jaunissement des feuilles, chute prématurée du feuillage. Destruction du système racinaire, dépérissement et mort de l'arbre.

Conditions : introduction dans un peuplement via plants de pépinières infectés, progression d'arbre en arbre via des zoospores transportées par l'eau et qui infectent les jeunes racines (probabilité plus élevée de transmission en zones humides).

Caractère : primaire - peu fréquent .

Risque : pour le peuplement en zone humide (transmission des spores via l'eau libre du sol).

Conséquence : mort de l'arbre.

La pourriture noire des châtaignes*Ciboria batschiana*

Site d'attaque : châtaigne.

Symptômes et dégâts : pourriture noire sur les fruits.

Conditions : pluviométrie importante en été.

Caractère : secondaire - peu fréquent - aussi sur chêne.

Risque : pour l'arbre.

Conséquence : perte de régénération.

L'armillaire (pourridié racinaire)*Armillaria spp.*

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire - fréquent - généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

**Insectes****Problématiques émergentes****Cynips du châtaignier***Dryocosmus kuriphilus*

Site d'attaque : branches.

Symptômes et dégâts : galles vert-rouges dans les pousses de l'année.

Conditions : peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : primaire. Originaire d'Asie. En extension à partir de l'Italie (Piémont). Présent en Belgique (Flandre) depuis 2016.

Risque : individuel.

Conséquences : pertes d'accroissement, réduction de la production de châtaignes.

Conséquence : dévalorisation du bois.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	
Utilisations extérieures	✓	
Utilisations intérieures	✓	
Usages spécifiques		Vannerie, tuteurs

⁸ Atouts et faiblesses face aux changements climatiques

L'aire de répartition du châtaignier en Wallonie pourrait augmenter suite à une augmentation des températures. De plus, un réchauffement climatique pourrait induire une production de graines plus importante et favoriser la régénération naturelle.

Cependant, les stations déjà sujettes aux sécheresses printanières et/ou estivales le seront d'autant plus et l'espèce s'y trouvera donc dans des conditions limitantes. Il faudra donc favoriser le châtaignier uni-

quement sur des stations où le déficit de précipitation pourra être compensé par d'autres facteurs : position topographique où les apports latéraux en eau sont supérieurs aux pertes, sols profonds et substrats permettant une prospection racinaire importante. De plus, une hausse des températures pourrait entraîner un débourrement plus précoce et par conséquent augmenter la vulnérabilité du châtaignier aux gelées tardives.

⁹ Références majeures

- Masson G. (2005). **Autécologie des essences forestières. Comment installer chaque essence à sa place. 2. Essences: Châtaignier commun.** Tec&Doc Lavoisier, p. 19-28.
- Bourgeois C., Sevrin É., Lemaire J. (2004). **Le châtaignier, un arbre, un bois. Les guides du sylviculteur.** CNPF-IDF, 2^e édition revue par Catherine Bourgeois, 347 p.





Cyprès de Lawson

Lawsons Scheinzypresse^{DE}, Californische cipres^{NL},
Port-Orford-Cedar, Lawson's cypress^{EN}

Chamaecyparis lawsoniana (A. Murr.) Parl.

CYPRÈS
DE LAWSON

1 Résumé

1.1 Atouts

- Bois à large gamme de valorisations possibles.
- Bonne capacité à se **régénérer naturellement**.
- Espèce d'intérêt en **mélange** (fane de bonne décomposition pour un résineux, enracinement favorable à la structuration du sol), qui tolère un ombrage modéré mais réagit très bien à la mise en lumière en terme de croissance.
- Bonne essence de **gainage**.
- Bonne capacité à **cicatriser** en cas de blessure.

1.2 Limites

- Tendance importante à la **fourchaison**.
- Très sensible aux dégâts de **neige lourde**, ce qui limite son implantation en haute altitude.
- **Calcarifuge**.
- Sensible à la **pourriture racinaire** de type phytophthora.
- Manque d'informations quant à son aptitude écologique en contexte wallon.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Originnaire d'Amérique du Nord, le cyprès de Lawson présente une aire de distribution limitée et fragmentée. Il se retrouve sur une bande littorale d'environ 350 km de long qui s'étend du Comté du Humboldt, dans le nord-ouest de la Californie, jusqu'à la ville de Coos Bay dans le sud-ouest de l'Oregon. Sa distribution est principalement liée à des sites présentant une importante hygrométrie et/ou des sols avec une bonne alimentation en eau.

Il a été introduit en Europe en 1854 comme espèce ornementale.

● Aire principale

- ☺ Atout face aux changements climatiques
- ☹ Faiblesse face aux changements climatiques

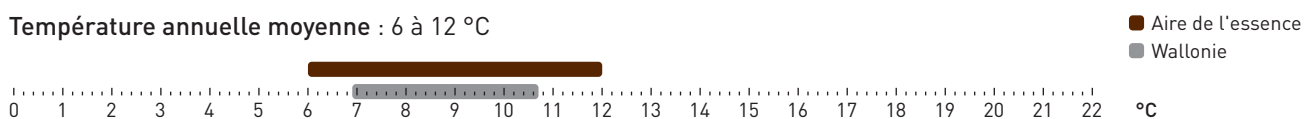
2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Le cyprès de Lawson est une essence peu présente en Wallonie. Il se retrouve majoritairement dans le Condroz, en Ardenne et en Région limoneuse sous la forme de peuplements de faible surface.

3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

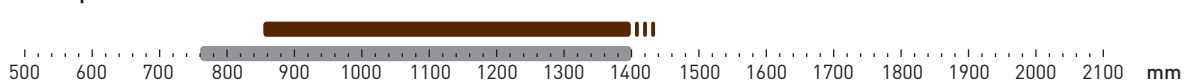
Température annuelle moyenne : 6 à 12 °C



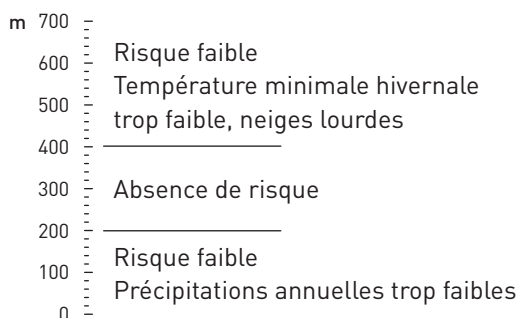
Températures minimale et maximale absolues : min. -20 °C



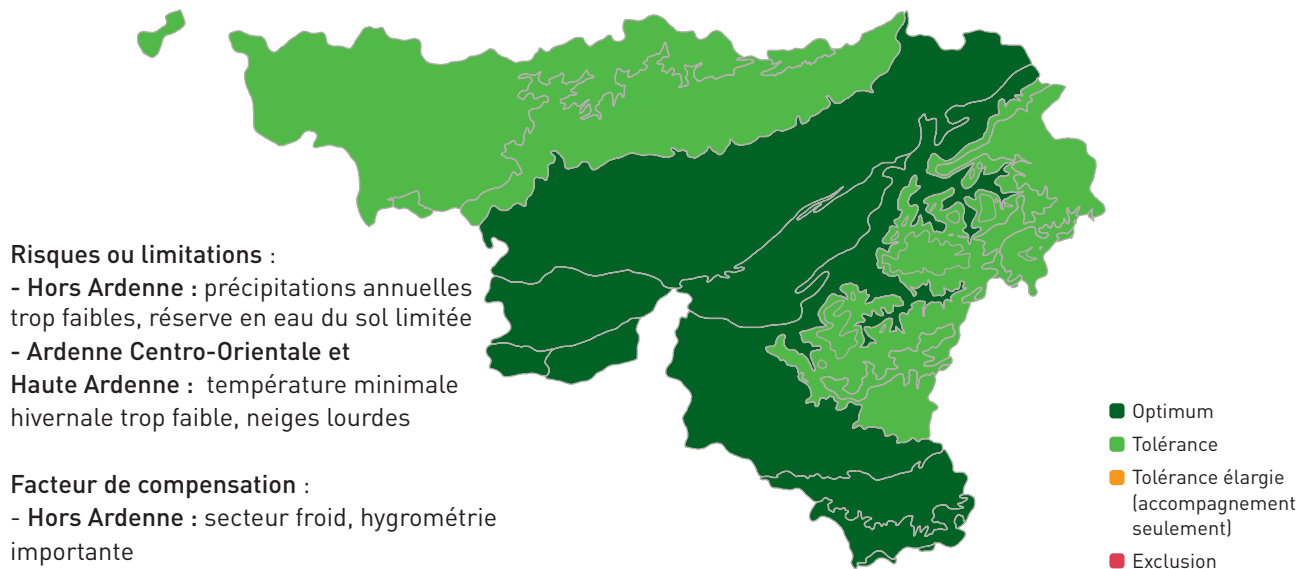
Précipitations annuelles totales : min. 850 mm



3.2 Compatibilité altitudinale



3.3 Sensibilités climatiques particulières

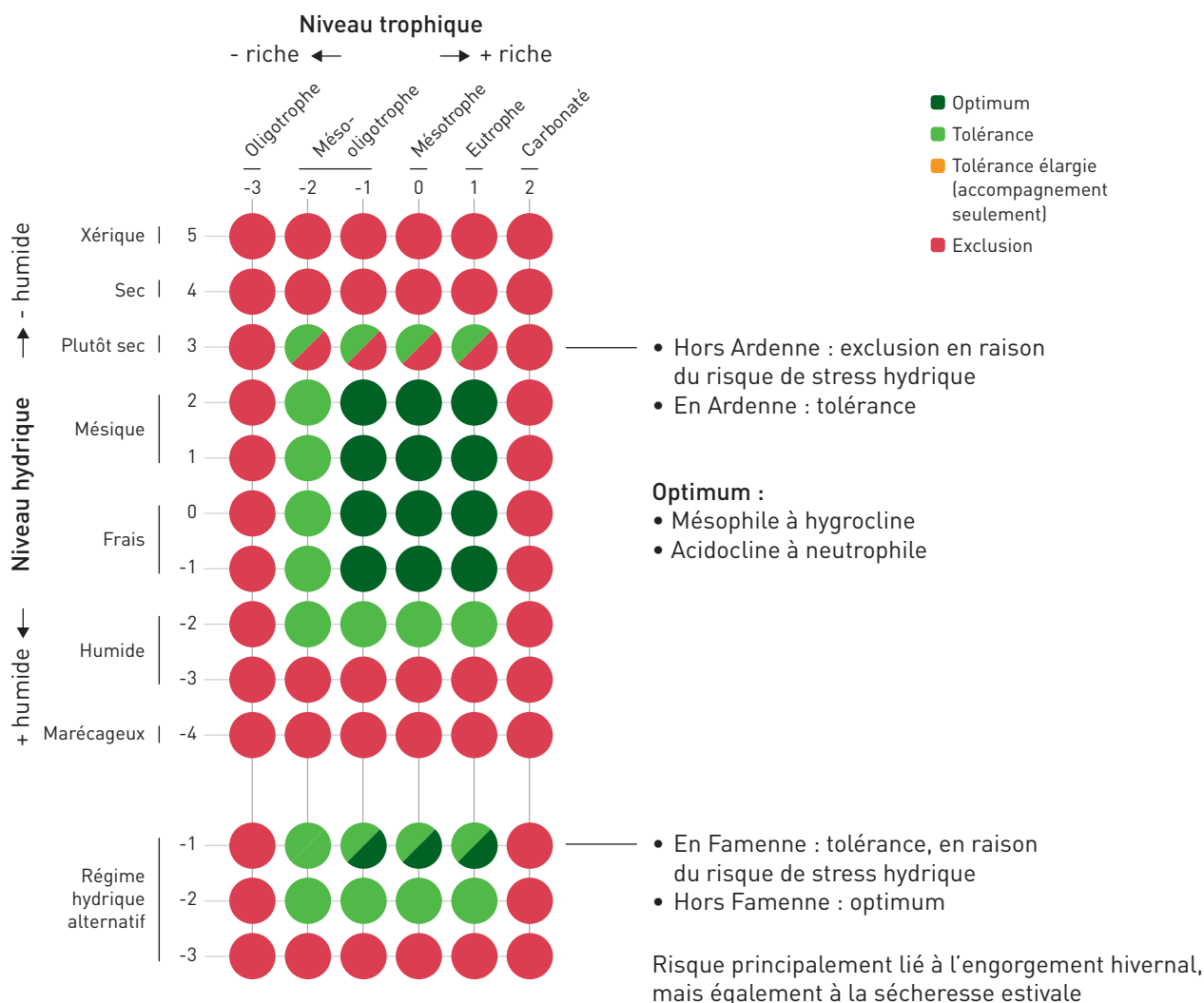


Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	S	Sensibilité variable selon les provenances
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	S	
Adulte	S	
Sécheresse		
Juvenile	S	A confirmer dans les conditions de la Wallonie
Adulte	S	
Canicule		
Juvenile	?	Pas d'informations dans le contexte de la Wallonie
Adulte	?	
Neige et givre		
Juvenile	TS	Chablis dus aux neiges lourdes
Adulte	S	
Vent		
Juvenile	PS	Avec son enracinement dense et son houppier relativement flexible, le Cyprés de Lawson résiste bien au vent
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **sensible** (diagnostics complémentaires : test HCl sur terre fine et mesure du pH)

Acidité : **sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Sol oligotrophe ou podzologique pH <3,8 ou profil g	-3		Aucun	
● Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzologique pH 3,8-4,5 ou profil f	-2	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f, i	-4 -3		Aucun	
Sol modérément humide ● Drainage e, h	-2	Précipitations élevées (Ardenne)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible**

Risque principalement lié à l'engorgement hivernal, mais également à la sécheresse estivale.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif
● Drainage h	-2 RHA	Apport d'eau locaux importants (microtopographie) Précipitations élevées (Ardenne)	Hydromorphie non fonctionnelle Ressuyage rapide au printemps	Contexte lithologique Test de texture
● Drainage d	-1 RHA	« Argiles blanches » (famille des sigles Ghx) Sol peu profond : Phases 2 ou 3	Sol meuble et/ou bien structuré	Test de compacité Test de structure (sols argileux)

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).Déficit hydrique : **sensible** 😞

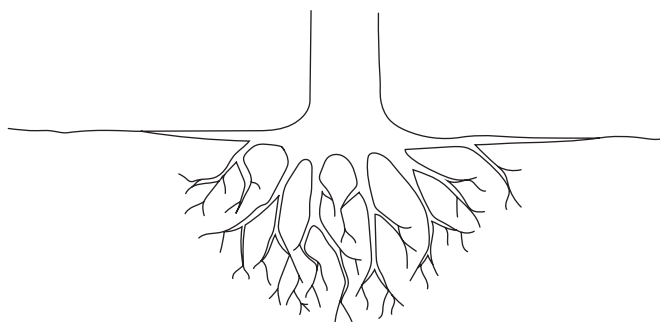
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5			Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Aucun	
● Sol sec à xérique	4-5			
● Sol plutôt sec	3	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

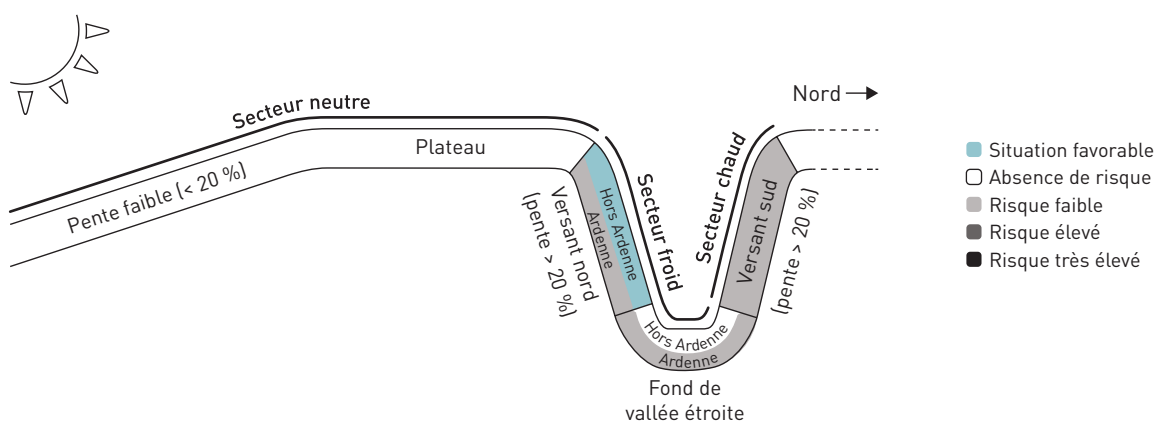
Oblique, dense



Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **sensible**
- Compacité du sol : **pas d'informations dans le contexte de la Wallonie**

4.4 Effets des microclimats topographiques



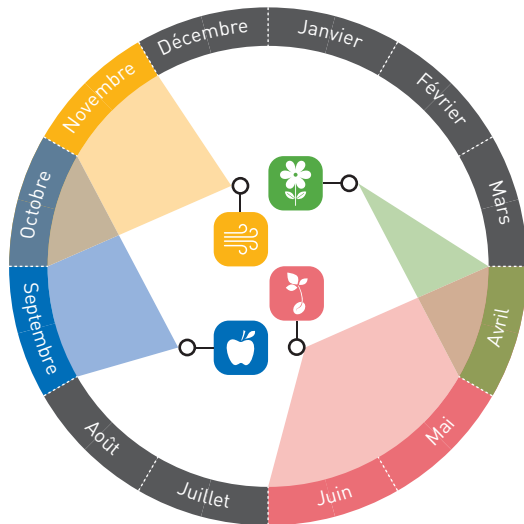
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> • Hors ardenne : situation favorable. <input checked="" type="checkbox"/> • Ardenne : risque faible. Températures hivernales trop faibles. • Hesbino-Brabançon et Plaines et Vallées Scaldisiennes : la situation peut devenir favorable grâce à une hygrométrie plus élevée.
Fond de vallée étroite	<input type="checkbox"/> • Hors ardenne : absence de risque. <input checked="" type="checkbox"/> • Ardenne : risque faible. Températures hivernales trop faibles.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Risque de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : persistant.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : **15-20 ans**.

Type de fleurs : **unisexuées**.

Localisation entre individus : **monoïque**.

Pollinisation : **anémogamie**.

Type de fruit : **cône** (contenant les graines ailées).

Fréquence des fructifications : **3 à 4 ans**.

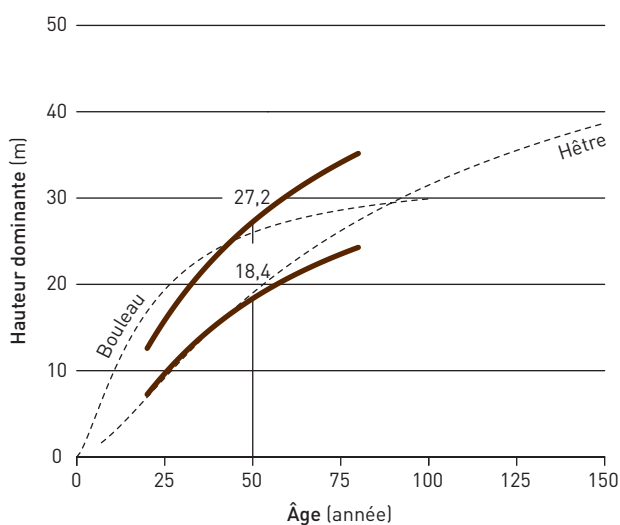
Mode de dissémination : **anémochorie**.

Les graines sont intermédiaires. La dormance est faible. En conditions artificielles, elle se lève après une stratification au froid humide (3°C) de 3 à 9 semaines. En conditions naturelles, c'est l'hiver qui assure la levée de dormance pour une germination au printemps.

Régénération asexuée

Elle est occasionnelle dans son aire d'origine: marcottage naturel à partir de branches basses en contact avec le sol.

5.2 Croissance et productivité



Non validée pour la Belgique

Croissance : moyennement précoce, moyennement rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité (m) : 30 m (jusque 70 m dans son aire d'origine).

Productivité (AMV m³/ha/an) : 12 à 24 m³/ha/an vers 70 ans (très productif).

Longévité : plus de 600 ans dans son aire d'origine.

Exploitabilité : Pas d'information dans le contexte de la Wallonie.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

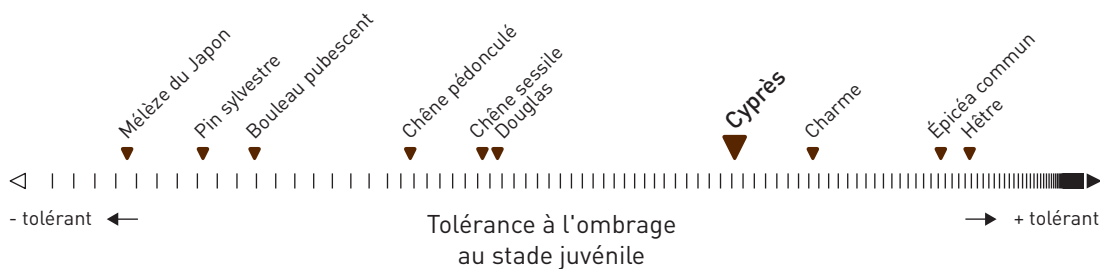
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Tolérance à l'ombrage moyenne.
Ne supporte aucun couvert supérieur.

Stade adulte

Exige la pleine lumière.
Ne supporte pas la compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Diminution de la croissance/productivité
Mise en lumière brutale	Aucun

5.4 Précautions à l'installation

La croissance du cyprès de Lawson est impactée par l'ombrage modéré. En plantation ou en régénération naturelle, il est donc indispensable de bien contrôler la lumière.

Plantation

Il bénéficie d'un abri durant ses premières années. Cependant, il est important de veiller à relever l'abri rapidement afin d'éviter d'obtenir des individus trop élancés les rendant alors encore plus sensibles aux neiges lourdes.

En régénération naturelle

Au-delà de 40 ans, le cyprès de Lawson présente une bonne capacité à se régénérer sous couvert lorsque les peuplements sont suffisamment éclaircis.

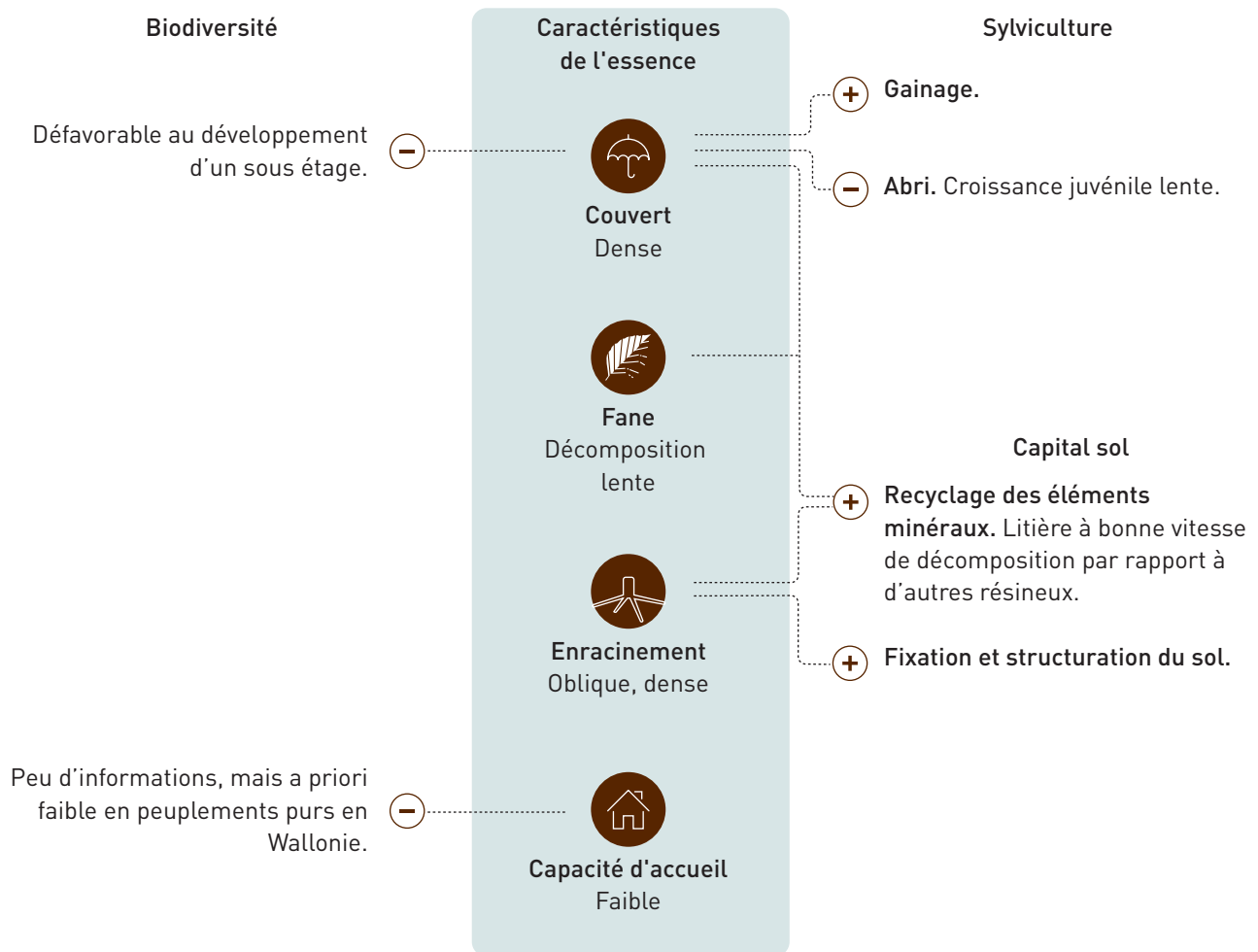
Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert

Certaines provenances seraient moins sensibles aux froids hivernaux et aux gelées précoces.



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Fourchaison importante	Génétique (branches trop verticales concurrençant le bourgeon terminal)	Tailles de formation
Manque de rectitude du tronc	Destruction des pousses terminales par le froid	Choix station, choix provenance
Présence de nœuds	Branchaison importante, élagage naturel tardif	Élagage artificiel

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Moyenne	
Écorcement	Moyenne	Il présente une bonne capacité à cicatriser
Frottage		Pas d'informations dans le contexte de la Wallonie

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux



Pathogènes

Le chancre cortical des Cupressaceae

Seiridium cardinale

Site d'attaque : rameaux, tronc.

Symptômes et dégâts : nécrose rougeâtre et légèrement déprimée de l'écorce, craquelure et écoulements de résine, dépérissement de la partie située au-delà de la nécrose.

Conditions : infection facilitée par blessures occasionnées par le gel, la grêle, les insectes ou les rongeurs.

Caractère : moyennement fréquent – parasite de blessure.

Risque : contamination des arbres voisins par dispersion aérienne des spores.

Conséquence : mortalité de branches (adultes) ou de jeunes plants.

Pestalotiopsis funerea

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : brunissement et chute d'aiguilles débutant par l'extrémité du rameau.

Conditions : stations humides, plantations denses.

Caractère : fréquent - parasite de faiblesse.

Risque : dispersion par spores aériennes.

Conséquence : dépérissement de jeunes plants.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Caractère : primaire ou secondaire, fréquent-généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Problématiques émergentes

Phytophthora lateralis

Site d'attaque : racines, base du tronc.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire, nécrose sous-corticale à la base du tronc, coloration vert pâle puis brune de la partie aérienne.

Conditions : favorisé par climat océanique.

Caractère : primaire - rare.

Risque : propagation aux arbres voisins via l'eau libre du sol – propagation sur de longues distances par l'intermédiaire de plants ou de sol infectés.

Conséquence : dépérissement rapide et mort des arbres infectés.



Insectes

Cochenille du genévrier

Carulaspis juniperi

Site d'attaque : feuillage et branches.

Symptômes et dégâts : petite écaille blanchâtre appliquée sur le feuillage. Peut provoquer des décolorations.

Conditions : -

Caractère : primaire, très commun.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : dégâts esthétiques mais sans doute peu dommageable pour la production.

Scolyte du thuya

Phloeosinus thujae

Site d'attaque : écorce et jeunes rameaux.

Symptômes et dégâts : larves se développent sous l'écorce. Jeunes rameaux morts, brunis, à cause des morsures de maturation des adultes qui forent l'axe des jeunes rameaux.

Conditions : ne s'attaquent normalement qu'à des arbres morts ou affaiblis, en particulier des jeunes arbres. Les morsures de maturation peuvent survenir sur des arbres plus vigoureux.

Caractère : secondaire, répandu mais peu fréquent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : affaiblissement des arbres pouvant aller jusqu'à la mort de jeunes arbres en cas de forte attaque.

Mineuse du Thuya

Argyresthia thuiella

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : dessèchement de l'extrémité des rameaux minés par la larve.

Conditions : -

Caractère : primaire. Originaires d'Amérique du Nord mais très largement répandue dans toute l'Europe.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : de fortes infestations plusieurs années de suite peuvent finir par tuer les arbres (très rare).

Phloeosinus rudis est une espèce asiatique proche de *Phloeosinus thujae* mais de plus grande taille et pouvant provoquer la mort d'arbres plus âgés. Elle a déjà provoqué des dégâts notamment aux Pays-Bas en 2004 après une période de sécheresse.

Problématiques émergentes

Bupreste du thuya

Ovalisia festiva

Site d'attaque : tronc et branches.

Symptômes et dégâts : brunissement du feuillage. Trous de sortie en forme de lettre "D". Larves sous l'écorce dans des galeries sinueuses.

Conditions : peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : primaire. Originaires de méditerranée, en expansion vers le nord. Première observation en Belgique en 2016.

Risque : individuel.

Conséquences : dépérissement ou mort des arbres.

7 Valorisation potentielle du bois

Bois odorant, clair, léger et de bonne conservation, qui trouve ses principaux débouchés en charpente et en menuiserie. Il a des propriétés insecticides et constitue une protection contre les insectes et les champignons.

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Charpente
Utilisations extérieures	✓	Poteaux, châssis
Utilisations intérieures	✓	Menuiserie, parquet, porte
Usages spécifiques	✓	Bois de marine, instruments de musique, tournerie, sculpture

Malgré les qualités du bois du cyprès, le marché reste peu développé en Wallonie.

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques

Dans son aire d'origine, le Cyprès de Lawson est retrouvé dans des stations présentant une importante hygrométrie ou des sols avec une bonne alimentation en eau. Une réduction des précipitations et une augmentation des températures, dans le cadre des changements climatiques, devrait cantonner le cyprès aux stations biens approvisionnées en eau au sein de la Wallonie.

Cependant, la capacité du Cyprès de Lawson à résister à la sécheresse dans les conditions de la Wallonie est encore très mal connue.

9 Références majeures

- Zobel D.B. (1190). *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murr.) Parl. Port Orford-Cedar. In : Burns R.M., Honkala B.H. *Silvics of North America: 1. Conifers; 2. Hardwoods*. Agriculture handbook 654, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington DC.





Douglas

Grüne Douglasie^{DE}, Groen Douglas-Spar^{NL}, Green Douglas Fir^{EN}

Pseudotsuga menziesii (MIRB.) FRANCO.

DOUGLAS

1 Résumé

1.1 Atouts

- En termes de **productivité**, surclasse toutes les essences utilisées dans la sylviculture wallonne.
- Maintient une forte croissance dans un grand nombre de milieux, même contraignants :
 - **relativement indifférent à la richesse minérale du sol** (à l'exception des sols carbonatés), l'essence trouve des conditions optimales de croissance tant en stations riches qu'acides,
 - tolérant vis-à-vis des stations à faible réserve en eau : versants chauds, abrupts, sols peu profonds ou à forte charge, etc.
- Bon potentiel d'avenir dans le contexte des changements climatiques. 😊

1.2 Limites

- Le principal point faible du douglas réside dans ses **capacités d'enracinement**, dans les sols contraignants :
 - très sensible à l'**anaérobiose**, l'essence ne tolère pas l'engorgement, même temporaire,
 - très sensible à la **compacité**, les sols à texture fine, mal structurés, la présence d'un horizon argileux

compact, etc. constituent d'importants facteurs de risques.

- Sur ces stations, la hauteur imposante de ses peuplements prédisposent le douglas aux chablis de vent.
- Calcarifuge.
- Très sensible aux **gelées tardives**, les fonds de vallées et dépressions constituent des stations à risques (Ardenne, Famenne).
- Risques de **déshydratation** des jeunes plants lors des **épisodes hivernaux** froids et ensoleillés (aiguilles non sclérophylles).
- Besoin d'une grande attention au moment de la **transplantation** (maintien de l'humidité racinaire, mise en terre, date de plantation).
- En émergence en Europe depuis 2015, la cécidomyie (*Contarinia pseudotsugae*) s'attaque aux aiguilles du douglas, provoquant leur chute et affaiblissant ainsi les jeunes arbres.
- Le champignon *Sirococcus conigenus* provoque un dessèchement des extrémités des rameaux, causant des dépérissements dans les régénérations naturelles et les jeunes plantations de douglas. Ces dégâts s'ajoutent à ceux de la rouille suisse (*Phaeocryptopus gaeumannii*) et rendent la régénération de douglas hasardeuse.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Le douglas est une espèce exotique naturalisée. Originnaire de l'ouest de l'Amérique du Nord elle fut introduite en Belgique dès la fin du 19^e siècle.

Son aire de distribution d'origine s'étend du nord de la Californie au nord de la Colombie britannique et de la zone côtière jusqu'à la chaîne des Cascades. Il est en optimum pour des climats à tendance océanique d'assez basse altitude.

Sa distribution potentielle en Europe est plutôt subatlantique.

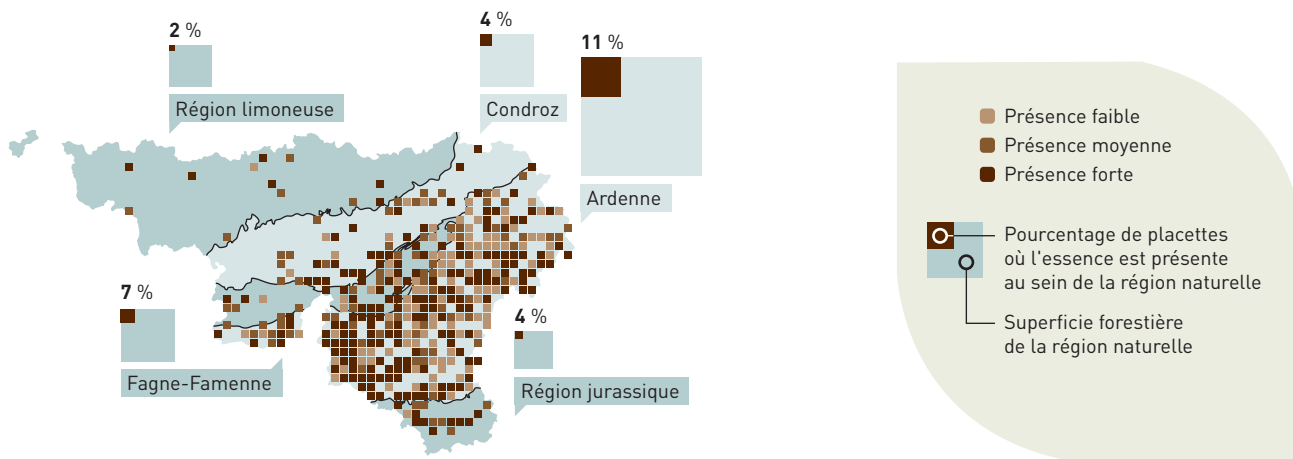
- Aire principale
- Présence ponctuelle

😊 Atout face aux changements climatiques

😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

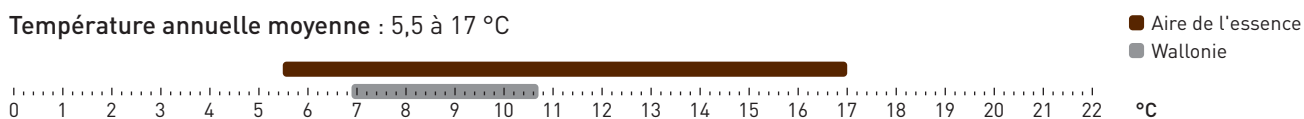
Le douglas est présent sur 7 % des surfaces forestières inventoriées de la forêt wallonne. En Wallonie, on observe l'essence en peuplements purs (46 % des peuplements) ou mélangés. Dans ce second cas, l'espèce est principalement associée à l'épicéa.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

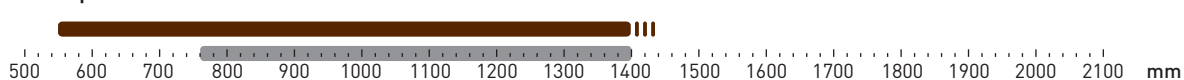
Température annuelle moyenne : 5,5 à 17 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -30 °C / max. 40 °C

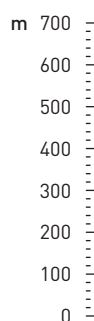


Précipitations annuelles totales : min. 550 mm



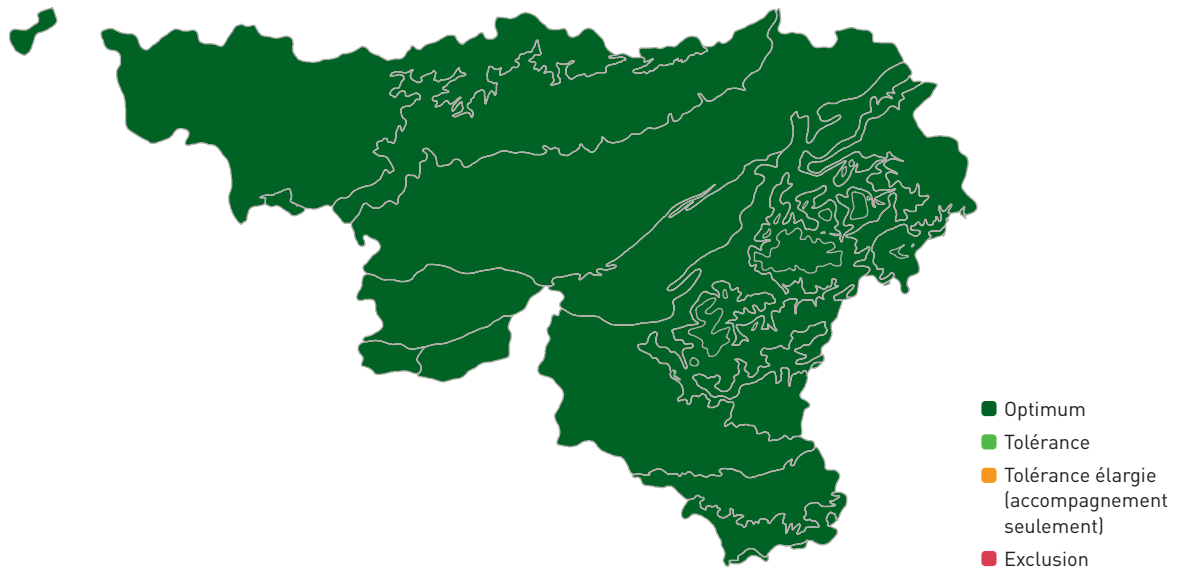
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude



Absence de risque

3.3 Sensibilités climatiques particulières



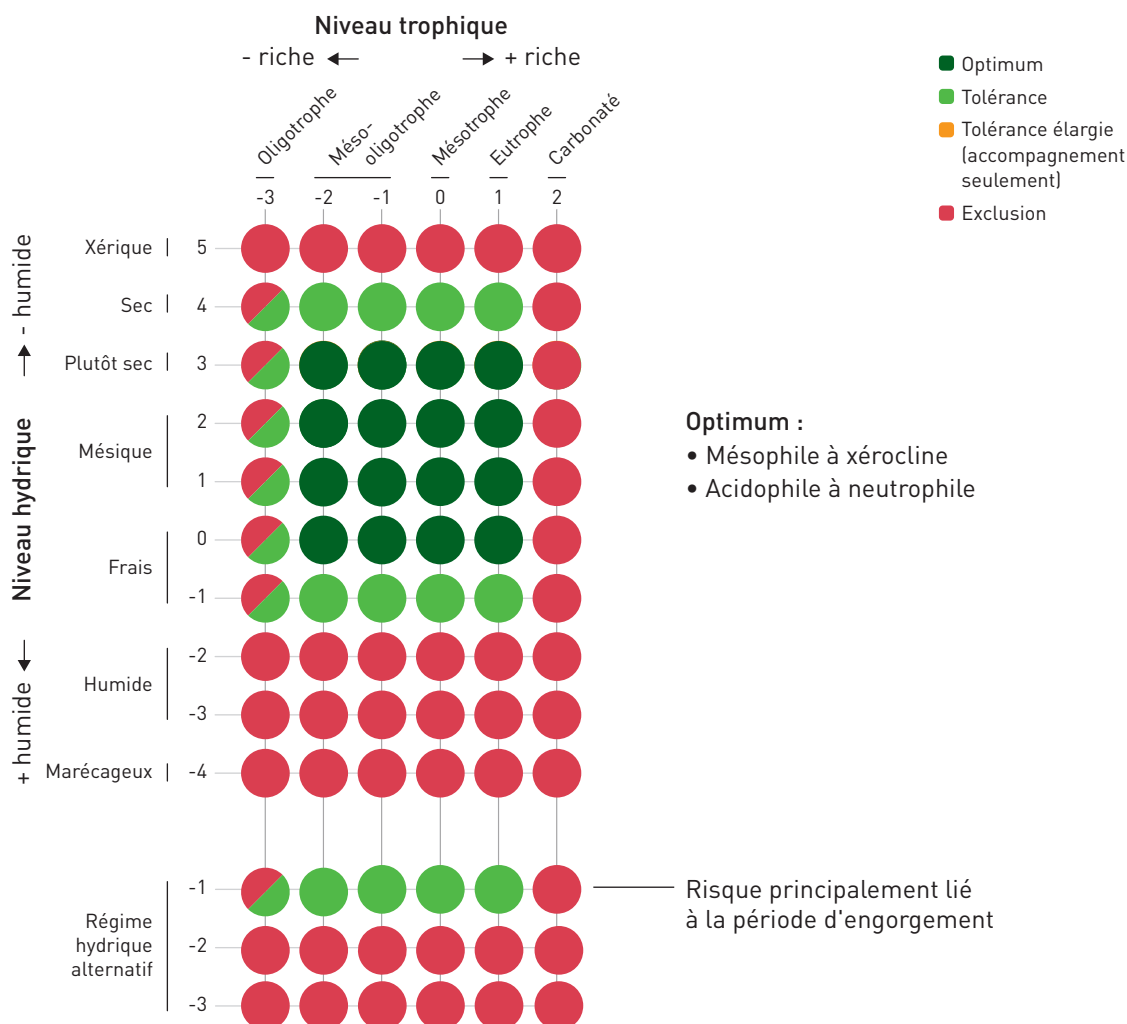
Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	TS	Sensibilité fonction de la provenance utilisée, de l'âge des plants et de la situation topographique. Eviter les fonds à gelées, les dépressions et les fonds de vallées étroites.
Adulte	S	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	PS 😊	Selon la littérature peu sensible, mais manque de recul en Wallonie
Adulte	PS 😊	
Canicule		
Juvenile	?	Les données actuelles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à ce facteur
Adulte	?	
Neige et givre		
Juvenile	S	Sensible à la neige collante: bris de branches et de l'arbre
Adulte	S	
Vent		
Juvenile	TS	Risque de déchaussement, courbure basale et chablis, en situation non abritée
Adulte	PS	Renversement possible en sols défavorables au développement racinaire, par exemple sur sols hydromorphes ou encore sur sols très superficiels

Sécheresse hivernale: lors de journées hivernales ensoleillées, dans le cas où le sol est gelé en profondeur, les jeunes plants peuvent manifester un rougissement des aiguilles dû à ce que l'on pourrait appeler une « sécheresse hivernale ».

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **sensible**

(diagnostics complémentaires : test HCl sur terre fine et mesure du pH)

Acidité : **peu sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Podzol ● Profil g	-3		Aucun	Sondage pédologique
● Sol oligotrophe pH <3,8	-3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **très sensible** 😞

Stations en **tolérance** : incapacité d'enracinement, risque très important de chablis.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			
Sol marécageux à modérément humide ● Drainage g ● Drainage f, i ● Drainage e,h	-4 -3 -2		Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique Test de texture
Sol frais ● Drainage d	-1	Précipitations élevées (Ardenne) Texture fine (E,U) Sol compact	Profondeur d'apparition du pseudogley >60-70 cm Sol meuble et/ou bien structuré	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** 😞

Risque principalement lié à la période d'engorgement.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage h, i	-2 et -3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif
● Drainage d	-1 RHA	Sol compact, ou horizon compact à faible profondeur : contexte schisto-argileux de Famenne, horizon argileux, fragipan Texture lourde (E, U) Apport d'eau local important (microtopographie) : cuvette, zone de source, suintement Précipitations élevées (Ardenne)	Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie ou du pseudogley > 60-70 cm Ressuyage rapide au printemps Sol meuble et/ou bien structuré	Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)

Déficit hydrique : **peu sensible** 😊

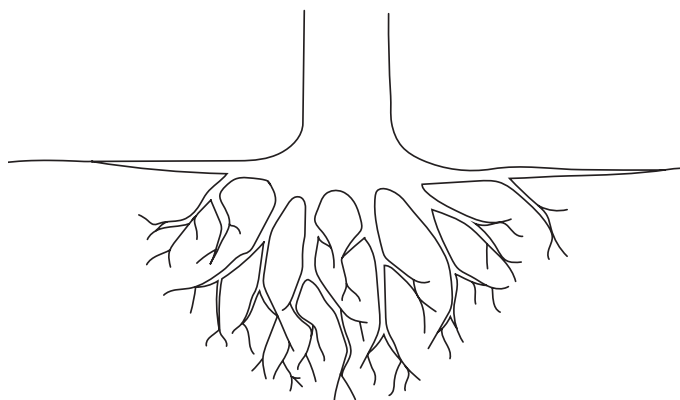
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5			
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Aucun	Position topographique
● Sol xérique	5			Sondage pédologique profond
● Sol sec	4	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	Test de compacité et de texture

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Oblique
- Moyennement profond



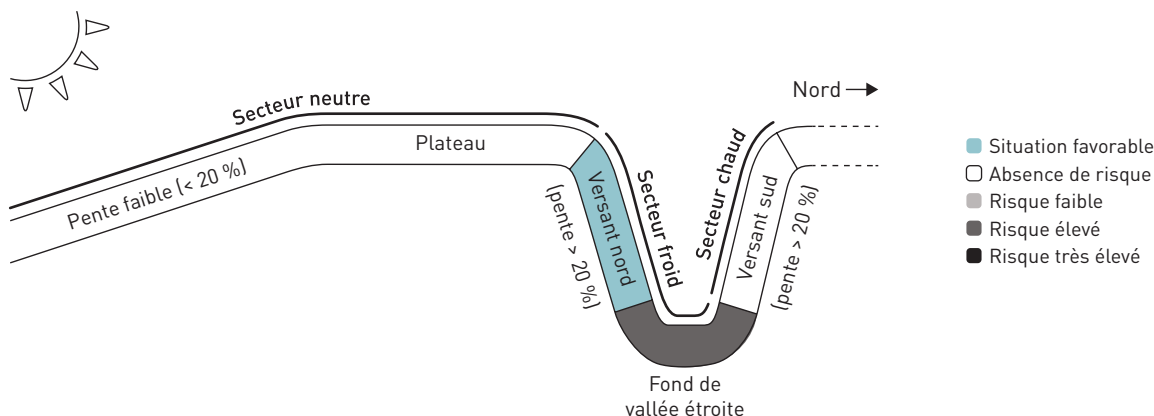
Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **très sensible**, 😞 le manque d'aération (sols hydromorphes) et les régimes hydriques alternatifs (traces de gleyification avant 60 -70 cm de profondeur) sont à éviter car ils limitent l'enracinement.
- Compacité du sol : **très sensible**

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E.	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable Test de structure (sols argileux) Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis
Substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	

4.4 Effets des microclimats topographiques

Topographie



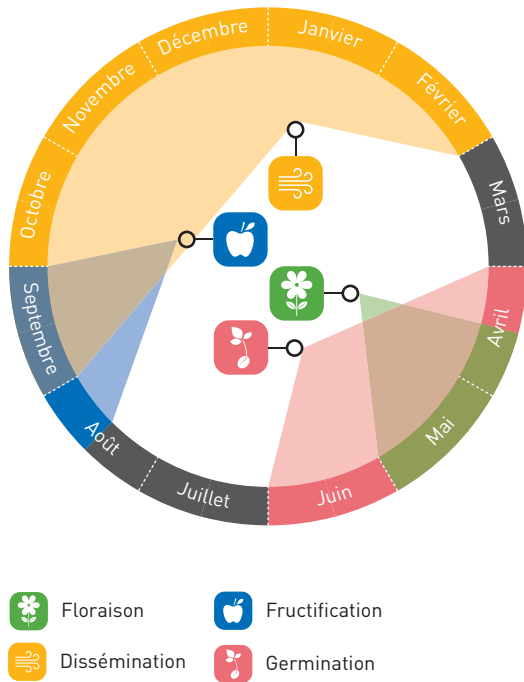
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Situation favorable. Hygrométrie élevée, brouillards.
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Gelées tardives, hygrométrie élevée, brouillards fréquents, favorisant les maladies cryptogamiques (rouille suisse)
Versant sud	<input type="checkbox"/> Absence de risque.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : persistant.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : vers 10 ans mais bonne fructification à 20-30 ans.

Type de fleurs : unisexuées.

Localisation entre individus : monoïque.

Pollinisation : anémogamie.

Type de fruit : cône (contenant les graines ailées).

Fréquence des fructifications : 3 à 5 ans.

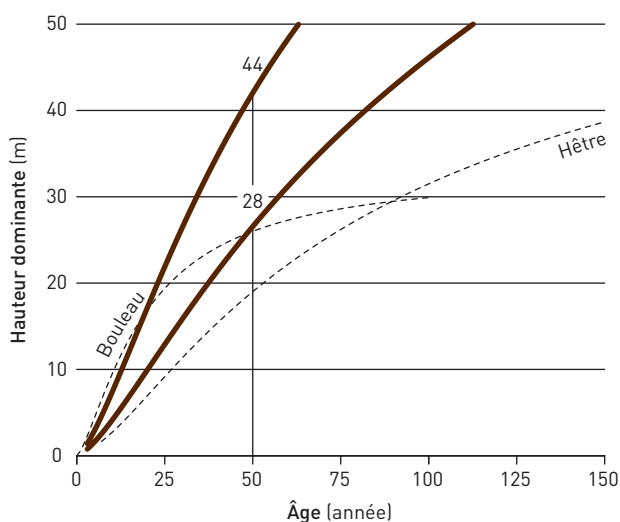
Mode de dissémination : anémochorie, zoochorie.

Les graines sont orthodoxes et elles ont une dormance faible. Elle se lève généralement par une période de 4 à 6 semaines au froid humide (3°C). Dans la nature, la dormance se lève spontanément durant l'hiver puisque la majorité des graines se sont généralement dispersées en septembre-octobre.

Régénération asexuée

Pas de régénération asexuée dans la nature. Des programmes d'amélioration ont, dans les années '80-'90, permis le bouturage de masse de plants au stade juvénile. Quelques plantations expérimentales ont été faites en Wallonie.

5.2 Croissance et productivité



Croissance : précoce, rapide et soutenue.

Hauteur à maturité : plus de 50 m. Le plus haut sujet observé en Wallonie atteint 61 m (cantonement de Bouillon). Peut dépasser les 90 m dans son aire d'origine.

Productivité (AMV) : 15 à 25 m³/ha/an vers 60 ans (très productif).

Longévité : 4 à 5 siècles dans son aire d'origine, longévité inconnue en Wallonie. Les peuplements existants de plus d'un siècle sont encore productifs.

Exploitabilité : 55 à 80 ans pour une production de grumes comprises entre 180 cm et 3 m de circonférence.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

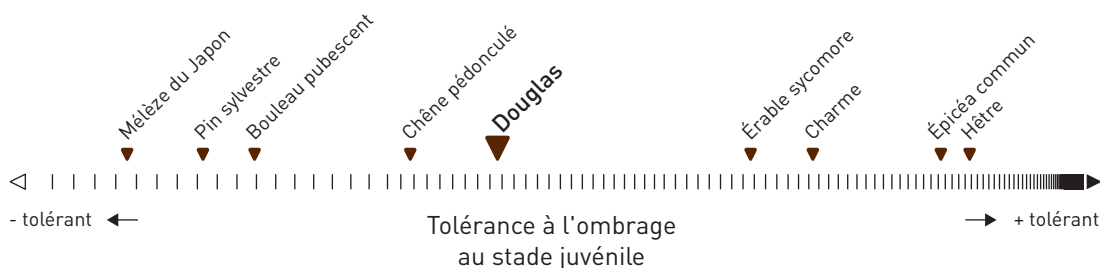
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Faible tolérance à l'ombrage.
Supporte un couvert supérieur léger uniquement pendant les premières années.

Stade adulte

Exige la pleine lumière et supporte une compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Etiollement
Mise en lumière brutale	Pas d'information en Wallonie, ne semble pas sensible

5.4 Précautions à l'installation

En régénération artificielle

Essence sensible au dessèchement hivernal :

- Protéger les plants contre l'évapotranspiration (sécheresse de l'air, coups de soleil et vents desséchants) par un abri latéral (dégagements localisés) ou un couvert supérieur léger (à éliminer après 4 à 6 ans).
- Planter en début de printemps ou au milieu de l'automne (dans un sol suffisamment chaud) pour permettre aux racines d'être rapidement efficaces.
- Éviter les stations soumises aux gelées tardives régulières ou fréquentes.
- Choisir impérativement des provenances recommandables.
- Protéger les plants contre les dégâts de la grande faune ou ajuster les densités d'animaux.

En régénération naturelle

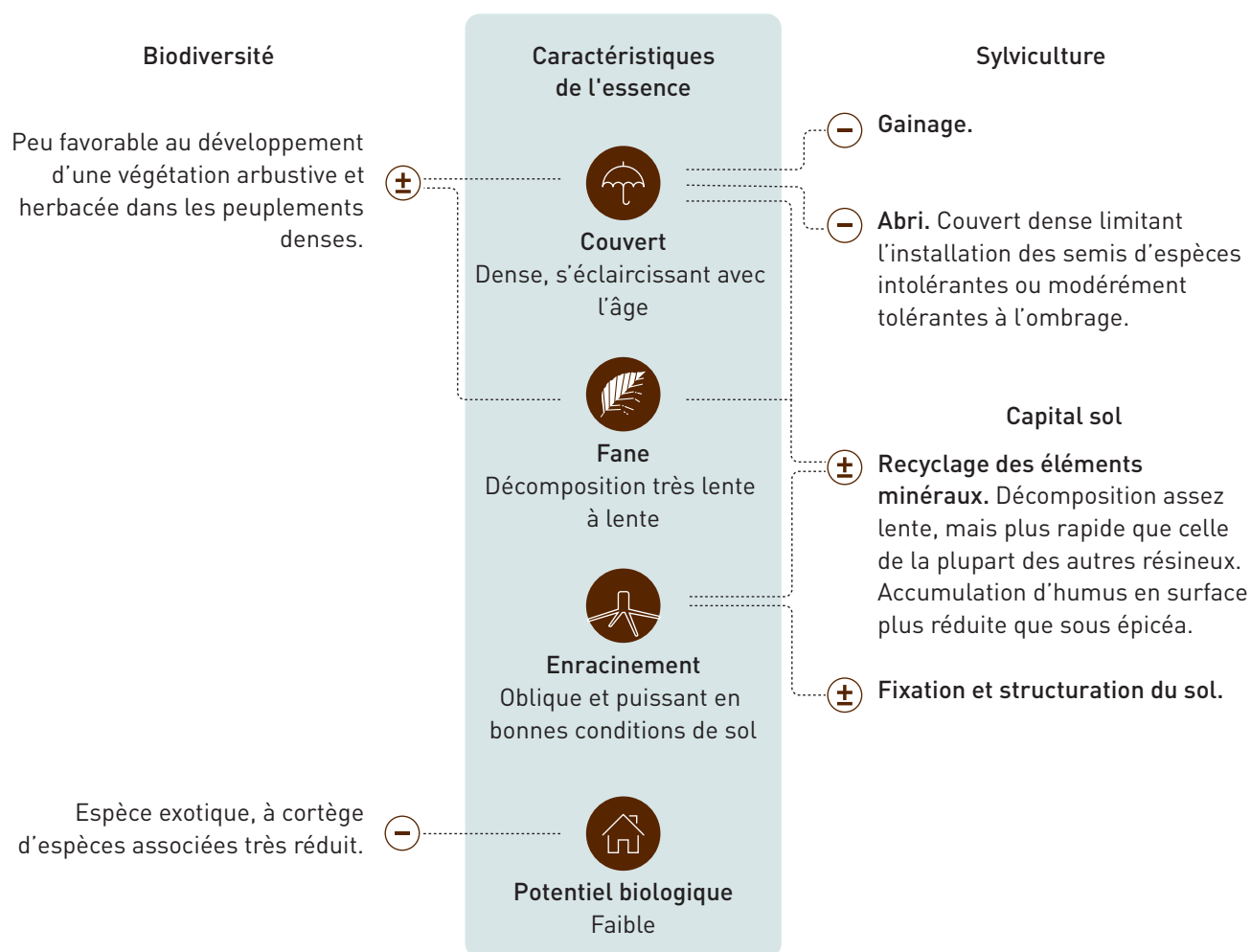
- Doser la lumière, éviter l'enherbement.
- Régénérer naturellement les seuls peuplements de bonne forme et production.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières :
Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne
environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Tronc tortueux Grosses branches Écorce très épaisse	Matériel génétique	Grande importance du choix de la provenance
Proportion importante d'aubier	Âge : jeunes sujets	Diriger la sylviculture vers la production de gros bois d'une circonférence minimum de 180 cm

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Forte	Surtout les jeunes pousses au printemps
Écorcement	Forte	Tant que l'écorce n'est pas rugueuse. L'espèce possède par contre une grande capacité de cicatrisation.
Frottage	Forte	La forte odeur dégagée au frottement des aiguilles et des pustules de résines sur le tronc est une des raisons principales pour laquelle il est fortement apprécié

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

La rouille suisse

Phaeocryptopus gaeumannii

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : petites fructifications noires alignées le long des bandes stomatiques, jaunissement et chute des aiguilles de plus d'un an.

Conditions : hiver doux, printemps humide.

Caractère : primaire - fréquent.

Risque : pour le peuplement (propagation par spores aériennes).

Conséquence : perte de croissance.

Le chancre du douglas

Phacidium coniferarum

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : nécrose en écusson sur le tronc, brunissement de la partie située au-delà du chancre.

Conditions : sur jeunes sujets.

Caractère : faiblesse – moyennement fréquent

Risque : dispersion au sein du peuplement par spores aériennes.

Conséquence : perte de régénération.

Les brûlures de pousses

Sirococcus conigenus et *Botrytis cinerea*

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : mortalité de semis – sur adultes : brunissement et dessèchement des extrémités de rameaux.

Conditions : situations confinées.

Caractère : faiblesse – fréquent.

Risque : dispersion au sein du peuplement par spores aériennes, susceptible d'infecter l'épicéa.

Conséquence : perte de régénération.

Le rhabdocline

Rhabdocline pseudotsugae

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : alternance de bandes vertes et brunes sur aiguilles, chute prématurée des aiguilles.

Conditions : aiguilles à l'ombre plus sensibles.

Caractère : primaire – rare.

Risque : dispersion au sein du peuplement par spores aériennes.

Conséquence : perte de croissance.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.



Insectes

Hylobe

Hylobius abietis

Site d'attaque : écorce, collet.

Symptômes et dégâts : au printemps, morsures à la base de la tige des jeunes plants.

Conditions : coupe à blanc de résineux et reboisement rapide (1-2 ans après la coupe).

Caractère : primaire, récurrent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort des jeunes plants.

Megastigmus spermotrophus

Site d'attaque : graines.

Symptômes et dégâts : graines détruites.

Conditions : -

Caractère : primaire. Le taux de destruction de graines en Belgique peut varier de 5 à 70 %.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : perte de régénération.

Chalcographe

Pityogenes chalcographus

Site d'attaque : écorce, tronc et branches.

Symptômes et dégâts : sciure rousse lors de l'attaque, chute d'écorce, roussissement des aiguilles, galeries en étoile.

Conditions : jeunes arbres, cîme et branches des arbres plus âgés.

Caractère : faiblesse, peut devenir primaire en cas de pullulation. Récurrent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort, perte de régénération.

Scolyte liseré

Trypodendron lineatum

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : trous de pénétration, sciure blanche, taches sombres dans l'aubier.

Conditions : arbres morts ou mourants.

Caractère : secondaire. Fréquent.

Parfois dommageable au bois.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Cécidomyies des aiguilles du douglas

Contarinia pseudotsugae sl.

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : légers renflements (galles) des aiguilles de l'année souvent de couleur pourpre.

Conditions : -

Caractère : primaire. Originaire d'Amérique du Nord. Découverte en 2015, déjà très répandue à cette date.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : peut provoquer des chutes massives d'aiguilles et affaiblir en particulier les jeunes arbres.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Excellentes propriétés mécaniques
Utilisations extérieures	✓	
Aménagements intérieurs	✓	
Usages spécifiques		Déroulage, contre-plaqué, mâts, rames

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☺

D'un point de vue abiotique, le douglas apparaît comme une essence bien armée pour faire face aux changements climatiques. Son installation pourrait notamment être favorisée en Haute Ardenne, où l'espèce souffre actuellement d'un léger déficit des températures en période de végétation.

Le douglas trouve son optimum de croissance dans l'ouest des États-Unis, caractérisé par des étés nettement moins arrosés qu'en Wallonie, mais avec de fréquents brouillards persistants.

Les épisodes de canicules ou de sécheresses estivales marquées de nos régions atteignent à peine les conditions climatiques de l'aire d'origine du douglas. En Wallonie, l'espèce est de ce fait tolérante vis-à-vis des stations à faible réserve hydrique. A l'inverse, les hivers présentent des conditions nettement plus froides et plus sèches (gel) que dans sa région d'origine. Une augmentation éventuelle des températures hivernales combinée à une augmentation de la pluviométrie constitueraient donc deux facteurs très favorables au développement de l'essence.

9 Références majeures

- Angelier A. (2007). **Douglasaies françaises. Guide des sylvicultures**. Office Nationale des Forêts, Paris, 296 p.
- Balleux P. (2009). **Réussir ses plantations de douglas**. Fiche technique n°19, Service public wallon, DGARNE, DNF, 16 p.
- Balleux P., Ponette Q. (2011). **Diversifier les méthodes de plantation du douglas**. Forêt-entreprise n° 198, pp. 20-24.
- Balleux P., Ponette Q. (2011). **Prévenir l'instabilité juvénile du douglas**. Forêt-entreprise n°198, pp. 15-19.
- Claessens H., Thibaut A., Rondeux J. (1996). **Le Douglas en Belgique**. Centre de recherche et de promotion forestières – section écologie. Gembloux, 142p.



Wallonie
environnement
SPW

UCLouvain
Earth and Life Institute

LIÈGE université
Gembloux
Agro-Bio Tech

FORÊT
•NATURE



Érable champêtre

Feldahorn^{DE}, Veldesdoorn^{NL}, Field maple^{EN}

Acer campestre L.

1 Résumé

1.1 Atouts

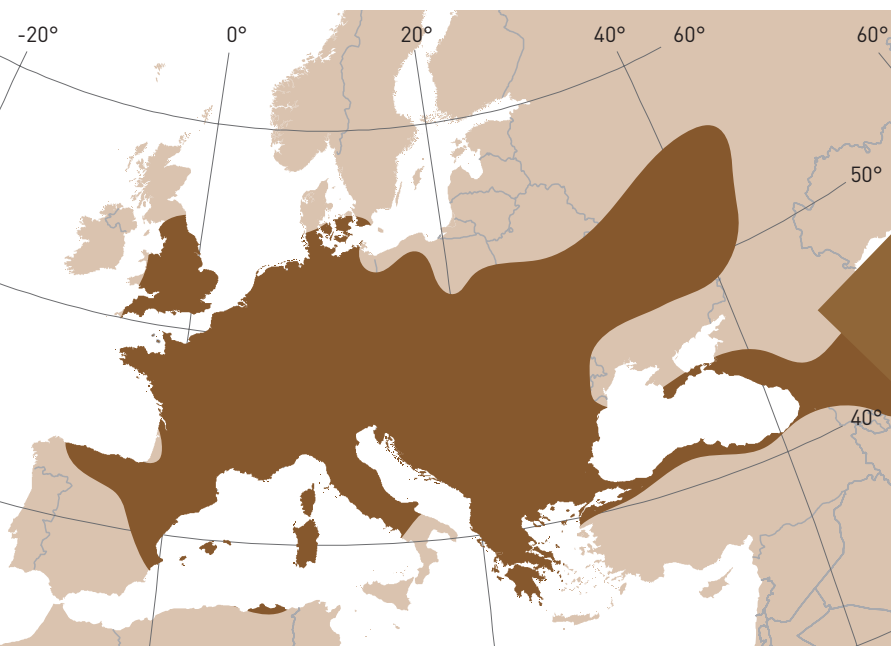
- Essence particulièrement adaptée aux **stations sèches**, permettant la valorisation de situations contraignantes: sols superficiels ou très caillouteux, versants sud, calcaires superficiels. 😊
- Essence peu sensible aux conditions climatiques en général : **gelées, grands froids, neige, givre et sécheresse**.
- **Enracinement** très puissant, particulièrement adapté aux sols rocheux et éboulis. Très bon fixateur de sol, recommandé pour la protection des sols sur fortes pentes (érablières de ravins).
- Peu sensible à la **compacité**.
- Impact très positif sur l'écosystème forestier : fane améliorante et forte capacité d'accueil, diversification des peuplements, mellifère, etc.
- Présente un bon potentiel d'avenir dans le contexte des **changements climatiques**.

1.2 Limites

- Essence exigeant une **richesse minérale élevée**, inadaptée aux stations même faiblement acides.
- Essence très sensible à l'**engorgement en eau du sol**, dont l'optimum de croissance se limite aux stations bien drainées.
- Implantation limitée en **Ardenne**, par manque de chaleur en saison de végétation.
- **Croissance non-soutenue**.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



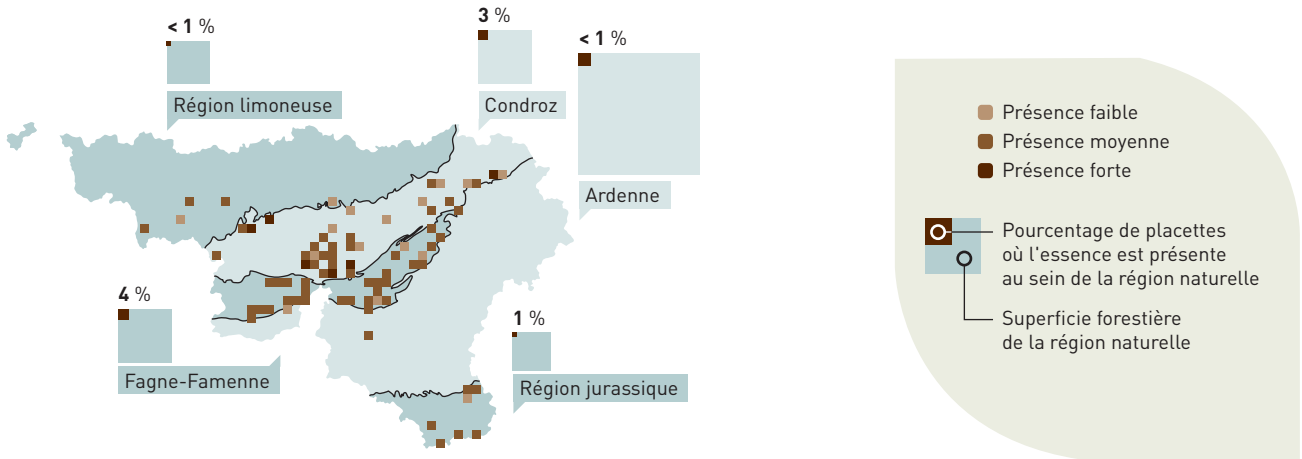
L'érable champêtre est présent naturellement dans la plupart des forêts européennes. Son aire naturelle s'étend de l'ouest de l'Europe jusqu'à l'ouest de l'Asie. On le retrouve plus particulièrement dans les zones calcaires ou à sol neutre, dans les zones de basses altitudes ou de semi-montagne.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

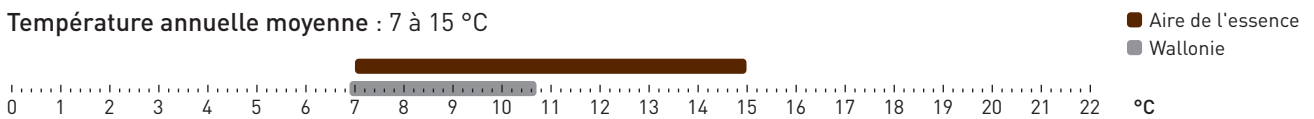
L'érable champêtre se retrouve de manière disséminée au sein de forêts dominées par d'autres espèces feuillues (frêne commun, chênes indigènes, charme). En Wallonie, sa distribution est principalement sur sols riches ou calcaires.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : 7 à 15 °C



Températures minimale et maximale absolues : pas d'information, mais très résistant aux froids intenses et fortes chaleurs.



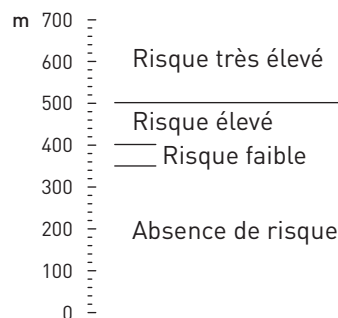
Précipitations annuelles totales : min. 600 mm



3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

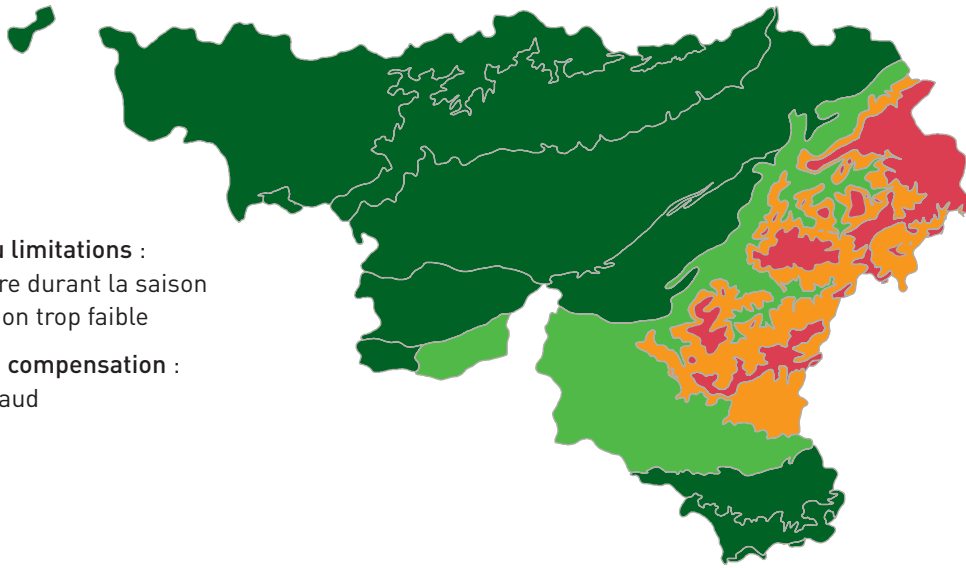
Au-delà de 350 m l'érable commence à souffrir d'un déficit de chaleur durant la saison de végétation.



3.3 Sensibilités climatiques particulières

Risques ou limitations :
température durant la saison
de végétation trop faible

Facteur de compensation :
secteur chaud



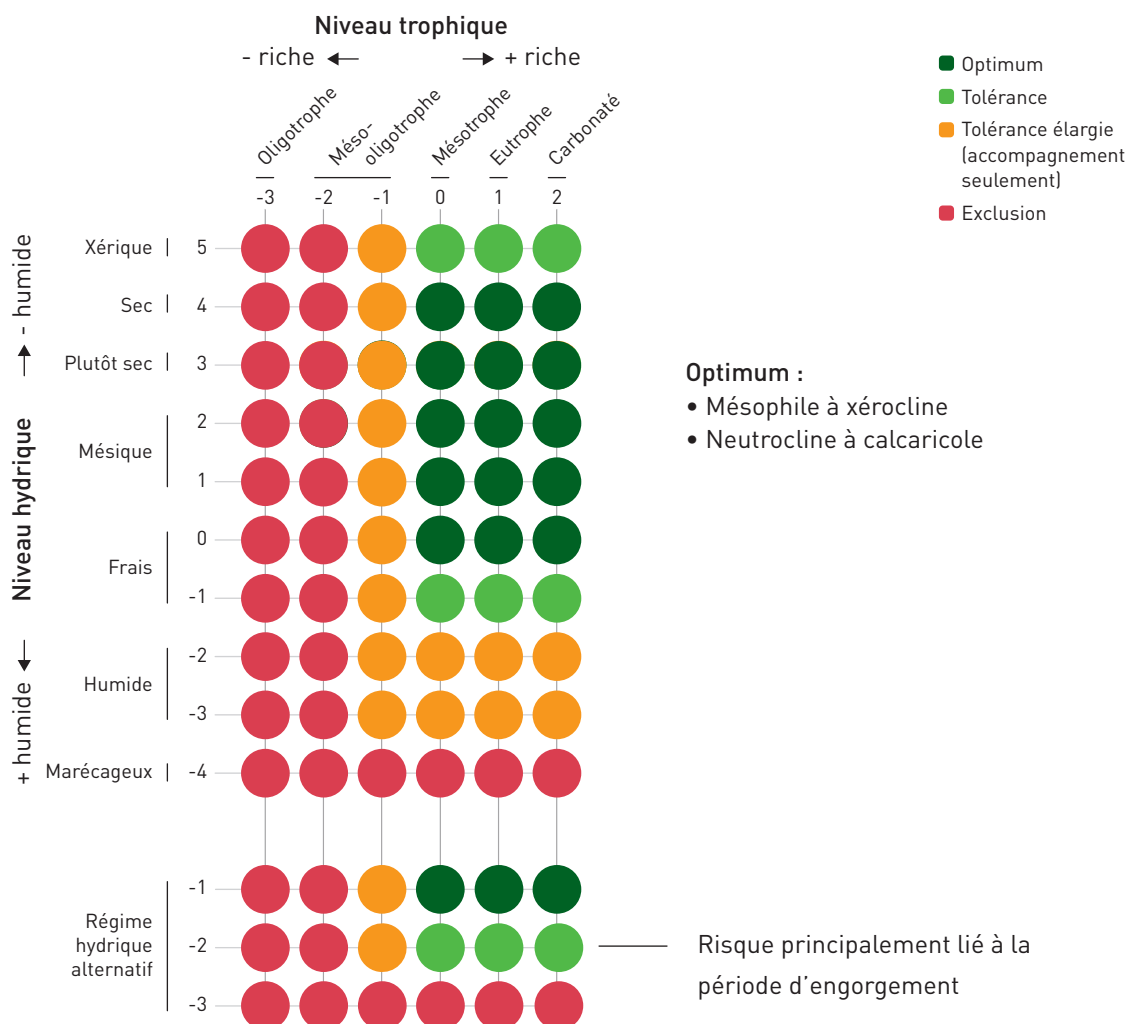
- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie
(accompagnement
seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	Moins sensible que l'érable plane et l'érable sycomore
Canicule		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	Enracinement très puissant

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : non sensible

Acidité : peu sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Sol oligotrophe ou podzolique pH < 3,8 ou profil g	-3		Aucun	
● Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique pH 3,8-4,5	-2			
● Sol méso-oligotrophe pH 4,5-5	-1	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4		Aucun	
Sol marécageux ● Drainage g	-4			Relevé floristique
Sol modérément humide à très humide ● Drainage f, i ● Drainage e, h	-3 -2	Précipitations élevées (Ardenne)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	Régime hydrique effectif Sondage pédologique
Sol frais ● Drainage d, D	-1		Profondeur d'apparition du pseudogley > 60-70 cm	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible**

Risque principalement lié à la période d'engorgement

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	
● Drainage h	-2 RHA	Apports d'eau local importants (microtopographie) Précipitations élevées (Ardenne)	Ressuyage rapide au printemps Sol bien structuré et/ou contexte calcaire (marne, macigno, argile de décar- bonatation, etc.) Sol meuble Hydromorphie non fonctionnelle	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)

Déficit hydrique : peu sensible 😊

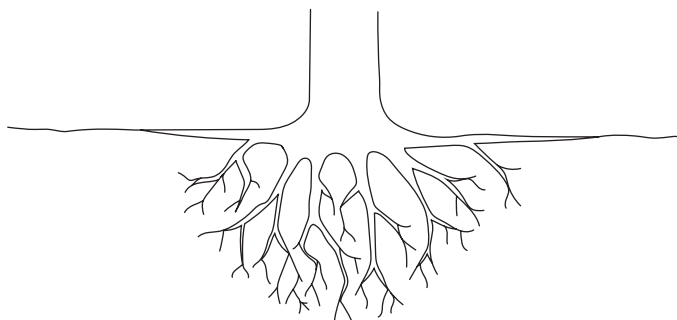
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Nappe d'eau en profondeur	Position topographique
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Socle rocheux fissuré	Sondage pédologique profond
● Sol xérique	5		Précipitations élevées (Ardenne)	Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Oblique
- Puissant 😊

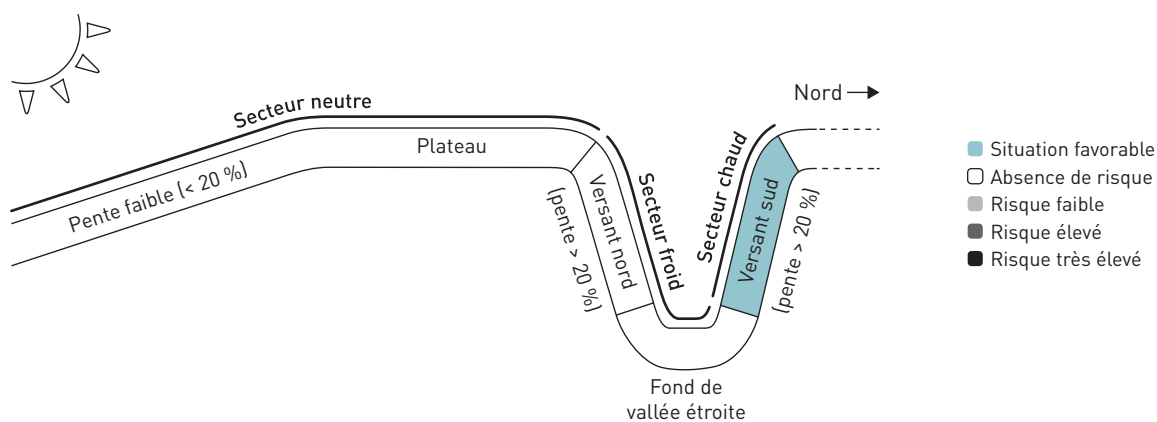


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : très sensible 😞
- Compacité du sol : peu sensible

4.4 Effets des microclimats topographiques

Topographie



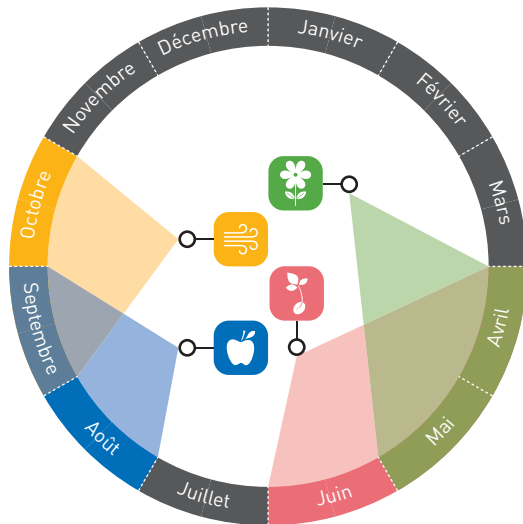
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Fond de vallée étroite	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Situation favorable. Besoins en chaleur satisfaits (essence thermophile)

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : mi avril à mi octobre

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : **10-25 ans.**

Type de fleurs : **hermaphrodites.**

Localisation entre individus: **monoïque.**

Pollinisation : **entomogamie.**

Type de fruit : **samare.**

Fréquence des fructifications : **1 à 3 ans.**

Mode de dissémination : **anémochorie.**

Les graines sont orthodoxes et elles ont une dormance profonde. Dans la nature la germination peut prendre jusqu'à 18 mois et donc se faire la seconde année qui suit la dissémination.

En conditions artificielles, la dormance est levée par 4-8 semaines de chaud à 15°C suivie de 20-24 semaines de froid humide (3°C).

Régénération asexuée

L'érable champêtre possède une bonne aptitude à rejeter de souche.

5.2 Croissance et productivité

Croissance : précoce, rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité : 15 à 20 m en général (maximum observé à 27 m).

Productivité (AMV m³/ha/an) : non documentée en Wallonie (peu productif).

Longévité : 200 ans.

Exploitabilité : 50 à 80 ans.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

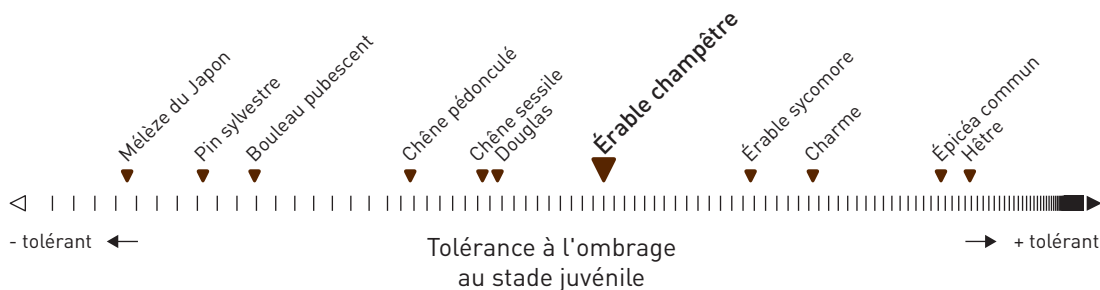
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Supporte une intensité lumineuse faible mais réagit très bien à la mise en lumière en terme de croissance.

Stade adulte

Tolère l'ombrage.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Pas de risque
Faible	Diminution de la croissance
Mise en lumière brutale	Apparition de gourmands

5.4 Précautions à l'installation

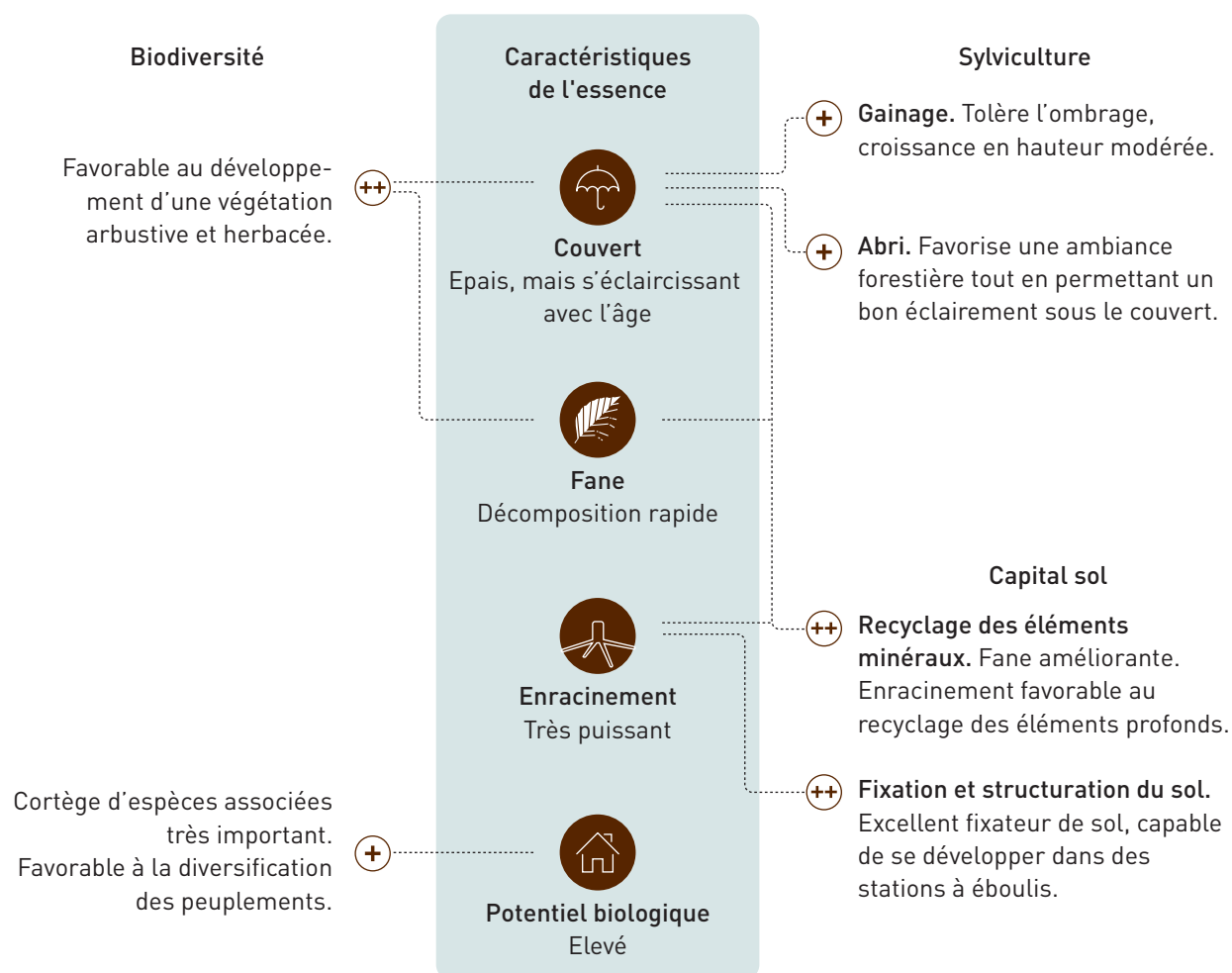
Aucune information disponible.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Cœur brun	Coloration anormale du bois apparaissant sur les arbres âgés (dès 60-70 ans), favorisée par une humidité trop importante de la station	Sylviculture dynamique

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Moyenne	L'érable peut être sujet au rongement d'écorce par les lièvres et lapins
Écorcement	Moyenne	
Frottage	Moyenne	

Peu d'informations sont disponibles à ce sujet en Wallonie.

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux



Pathogènes

L'oidium

Sawadaea bicornis

Symptômes et dégâts : duvet blanchâtre sur les deux faces des feuilles. Chute prématurée du feuillage en cas de forte attaque ; déformation et courbures de l'extrémité des rameaux.

Conditions : humidité de l'air importante et températures modérées.

Caractère : primaire – moyennement fréquent.

Risque : pour le peuplement (spores transmises par voie aérienne).

Conséquence : croissance ralentie, mortalité de jeunes sujets en cas de forte attaque.

La verticilliose

Verticillium dahliae

Site d'attaque : rameaux (via outils de taille infectés), racines (via spores dans le sol).

Symptômes et dégâts : flétrissement de jeunes plants ou de rameaux entiers ; en coupe transversale dans les rameaux, anneau noir au niveau des tissus conducteurs (maladie vasculaire).

Conditions : plants de pépinière infectés.

Caractère : primaire – surtout sur jeunes plants.

Risque : contamination du sol pour de nombreuses années, risque pour tilleul et autres espèces d'érable.

Conséquence : mortalité de jeunes sujets.

La maladie des taches goudronneuses

Rhytisma acerinum

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : larges taches circulaires jaunes sur les feuilles (juin) évoluant en taches noires goudronneuses entourées d'un halo jaune.

Conditions : champignon sensible à la pollution (bioindicateur de la qualité de l'air).

Caractère : faiblesse – fréquent.

Risque : transmission des spores par voie aérienne.

Conséquence : défoliation précoce.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent – généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Problématiques émergentes**Le chancre à *Eutypella****Eutypella parasitica*

Site d'attaque : tronc et branches.

Symptômes et dégâts : chancres avec écorce restant en place (sauf en son centre), palmettes sous écorce à la marge extérieure du chancre, déformation du tronc.

Conditions : dispersion du champignon par temps humide.

Caractère : primaire - rare - émergent.

Risque : pour l'arbre (contamination éventuelle de sujets voisins à partir de fructifications produites à la limite extérieure du chancre), évolution lente de la maladie.

Conséquence : déformation du tronc, mortalité de jeunes sujets.

**Insectes*****Trypodendron domesticum*, *T. signatum***

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : trous de pénétration, sciure blanche, taches sombres dans l'aubier.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : secondaire. Fréquent et parfois domma-geable.

Risque : individuel, possibilité d'extension par tache.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Xylébore disparate*Xyleborus dispar*

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : galeries et chambres larvaires dans l'aubier.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : faiblesse. Sporadique et parfois critique.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Lymexylon dermestoides

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : petits amas de sciure tassée sous l'écorce, à l'endroit du trou de pénétration dans le bois.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : secondaire. Sporadique, parfois domma-geable.

Risque : individuel, possibilité d'extension par taches.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Cossus gâte bois*Cossus cossus*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier. Grosses chenilles rougeâtres.

Conditions : arbres affaiblis. Attaque de nombreux feuillus.

Caractère : faiblesse. Notamment arbres de bords de route.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Zeuzère*Zeuzera pyrina*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier.

Conditions : Arbres affaiblis. attaque de nombreux feuillus.

Caractère : faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		Grume généralement de trop faibles dimensions
Utilisations extérieures		Durabilité naturelle : classe 5 Bois non durable
Aménagements intérieurs	✓	Bois de menuiserie
Usages spécifiques	✓	Lutherie, tournage

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☺

D'un point de vue abiotique, l'érable champêtre apparait comme une essence bien armée pour faire face aux changements climatiques.

L'érable champêtre est en effet peu sensible aux sécheresses et aux canicules.

Une augmentation des températures pourrait donc s'avérer profitable à cette essence.

9 Références majeures

- Lestrade M., Gonin P., Coello J. (2013). Autécologie de l'érable sycomore (*Acer pseudoplatanus* L.), de l'érable plane (*Acer platanoides* L.), de l'érable champêtre (*Acer campestre* L.) et des autres érables. Forêt Entreprise 212, 54-62..
- Jones E. (1945). *Acer Campestre* L. *Journal of Ecology* 32 (2), 239-252. www.jstor.org/stable/2256714.





Epicéa de Sitka

Sitka-Fichte^{DE}, Sitka Spar^{NL}, Sitka Spruce^{EN}

Picea sitchensis (Bond.) Carr.

EPICÉA
DE SITKA

1 Résumé

1.1 Atouts

- Très haute productivité potentielle, sur sol bien alimenté en eau.
- Très forte tolérance vis-à-vis de l'engorgement en eau du sol. Bonne opportunité pour la mise en valeur des sols humides.
- Peu exigeant vis-à-vis de la richesse minérale du sol, ne craint pas les contextes acides.
- Peu sensible aux dégâts de la faune sauvage.

1.2 Limites

- Très exigeant en eau, il nécessite une alimentation en eau suffisante par le biais d'une pluviosité importante, d'une hygrométrie élevée de l'air et/ou d'un approvisionnement en eau constant du sol. 😞
- Aire de culture limitée à l'Ardenne.
- Sensible aux gelées tardives.
- Risque important de chablis sur sols défavorables à son enracinement (compact ou présentant un horizon compact à faible profondeur).
- Calcarifuge.
- Essence à risque dans le contexte des changements climatiques. 😞

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



L'aire naturelle de l'Epicéa de Sitka consiste en une étroite bande côtière d'une longueur de 3000 km et d'une largeur de 200 km maximum s'étalant du nord de la Californie à l'Alaska (22° de latitude). Son aire de répartition est limitée à la zone de brouillard côtier de l'ouest de l'Amérique du Nord.

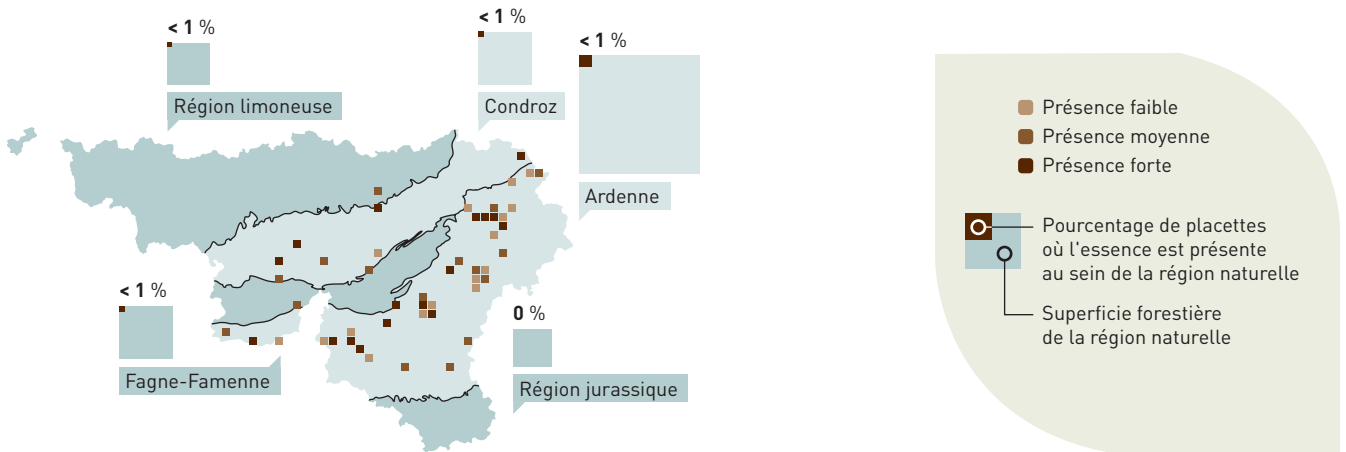
- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Présent sur moins de 1 % de la forêt wallonne, l'épicéa de Sitka est une espèce peu plantée en Wallonie. Exigeant une importante pluviosité et hygrométrie, l'essence se rencontre dans plus de 80 % des cas en Ardenne, principalement sur plateaux et versants froids.

Près de la moitié des peuplements d'épicéa de Sitka installés en Wallonie sont des peuplements purs. L'autre moitié des plantations concerne généralement des peuplements en mélange avec l'épicéa commun.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

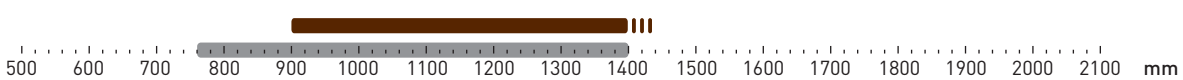
Température annuelle moyenne : 8 à 9 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -30 °C / max. 38 °C



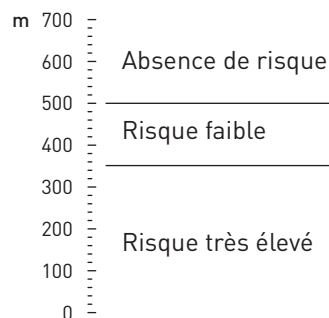
Précipitations annuelles totales : min. 900 mm



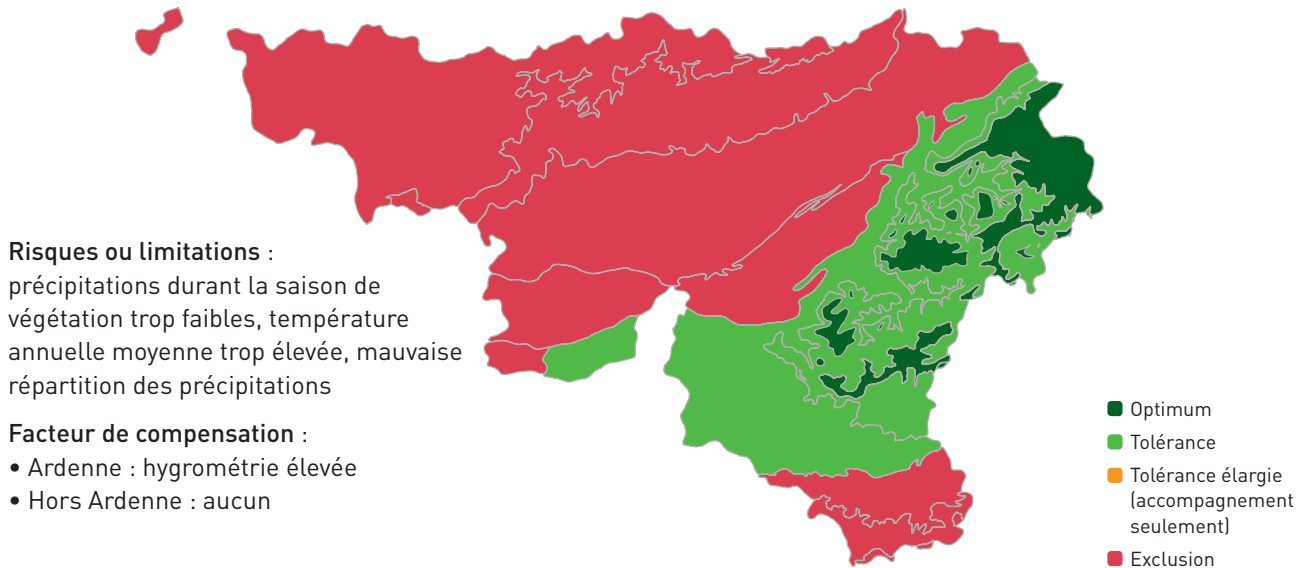
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

L'épicéa de Sitka requiert une hygrométrie atmosphérique très élevée et une pluviosité importante empêchant son implantation en dessous de 350 m (Ardenne).



3.3 Sensibilités climatiques particulières

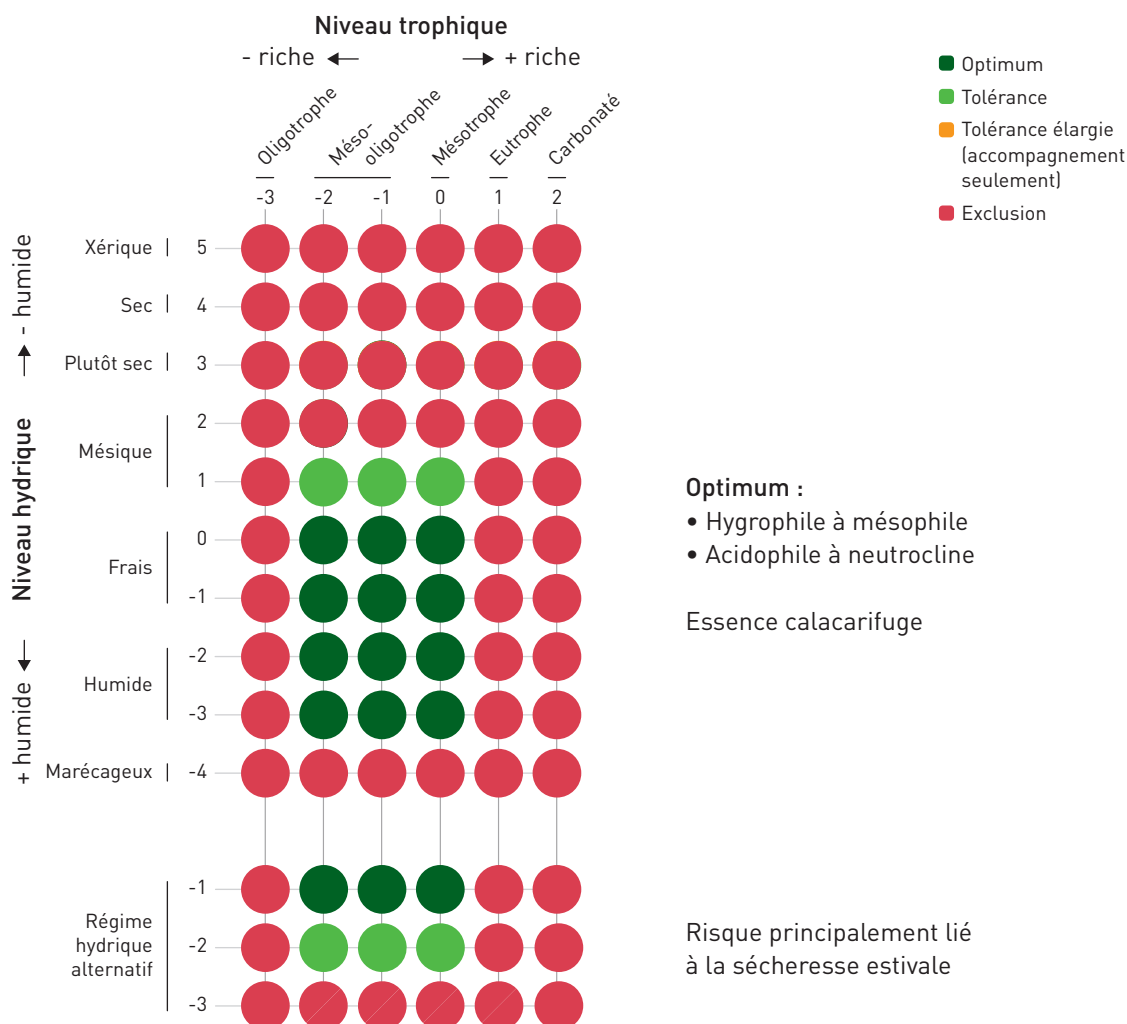


Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	S	Importance de la provenance dans la sensibilité aux gelées tardives au stade juvénile
Adulte	S	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	TS ☹️	
Adulte	TS ☹️	Les individus qui survivent vont présenter différents niveaux de dépérissement, des fentes de sécheresse longitudinale, des lésions sur l'écorce de forme lenticulaire, des fentes internes radiales.
Canicule		
Juvenile	TS ☹️	
Adulte	TS ☹️	
Neige et givre		
Juvenile	S	Des dégâts suite à des neiges lourdes peuvent être observés
Adulte	S	
Vent		
Juvenile	S	
Adulte	TS	Risque important de chablis sur sols hydromorphes et compacts. Des bris de tronc peuvent avoir lieu lorsqu'il est solidement enraciné.

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **sensible**

(diagnostics complémentaires : test HCl sur terre fine et mesure du pH)

Acidité : **peu sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Sol oligotrophe ou podzolique pH < 3,8 ou profil g	-3		Aucun	

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **peu sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou Phase (v)	-4		Aucun	
Sol marécageux ● Drainage g	-4			

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible**

Risque principalement lié à la période d'engorgement(chablis), mais également au déficit hydrique estival

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)
● Drainage h	-2 RHA	« Argiles blanches »* (famille des sigles Gix et Ghx) <i>a fortiori</i> si variante sèche Sol peu profond : phases 2 ou 3	Apports d'eau locaux importants (microtopographie) Sol meuble et/ou bien structuré Sol profond	

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).

Déficit hydrique : très sensible ☹️

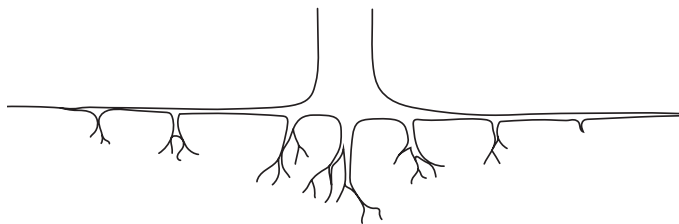
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité
Sol très superficiel ● Phase 6	5			
● Sol mésique à xérique	2-5			
● Sol mésique	1	Précipitations faibles (hors Ardenne) Versant chaud	Précipitations élevées (surtout Haute Ardenne) Hygrométrie élevée (versant froid, fond de vallée encaissée)	

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Traçant
- Faiblement profond 😞



Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **peu sensible**
- Compacité du sol : **sensible** 😞

Obstacles physiques à l'enracinement

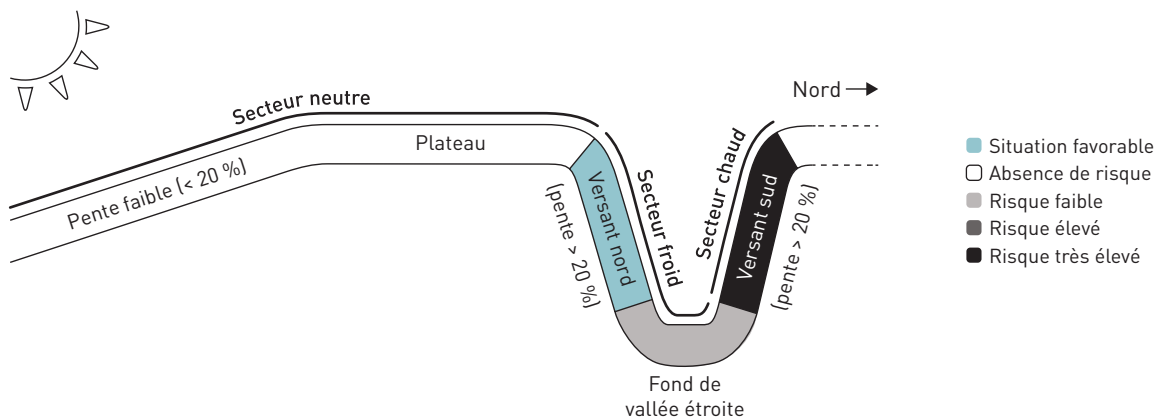
Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E,	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable
Substrat u		u apparaissant en profondeur (>70 à 80 cm)	Test de structure (sols argileux)
Fragipan : variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis

Bon à savoir:

Système traçant rendant l'espèce sensible aux chablis.
Assise racinaire large.

4.4 Effets des microclimats topographiques

Topographie



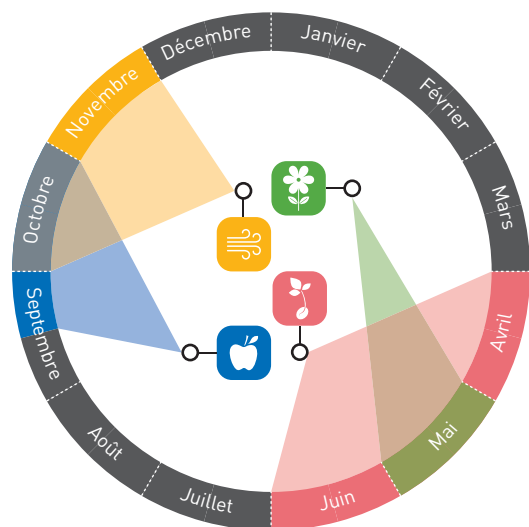
Plaines, plateaux et pentes faibles	□ Absence de risque.
Versant nord	■ Situation favorable. Essence demandant une hygrométrie élevée.
Fond de vallée étroite	■ Faible risque. Gelées tardives.
Versant sud	■ Risque très élevé. Hygrométrie insuffisante.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : persistant.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : 20 à 40 ans en massif.

Type de fleurs : unisexuées.

Localisation entre individus: monoïque.

Pollinisation : anémogamie.

Type de fruit : cône (contenant les graines ailées).

Fréquence des fructifications : 3 à 5 ans.

Mode de dissémination : anémochorie, zoochorie.

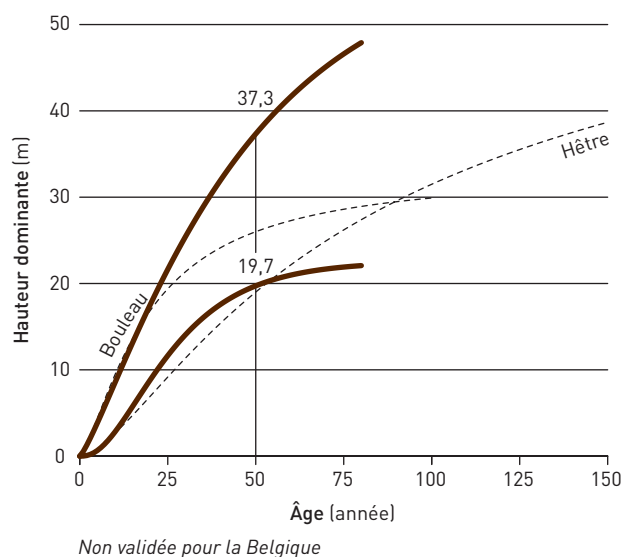
Les graines sont orthodoxes et n'ont pas de forte dormance. Elle est cependant plus forte que celle de l'épicéa commun. En conditions artificielles, il est donc conseillé de faire une stratification de 4 à 6 semaines au froid humide (3 °C). Dans la nature, la dormance est levée par les conditions hivernales. Les graines germent dès que les conditions de température et d'humidité sont réunies au printemps qui suit la dispersion des graines.

Régénération asexuée

La reproduction asexuée par marcottage peut se produire en conditions naturelles et de plantation uniquement sur des sites très humides.

En conditions artificielles, le bouturage a été réalisé en conditions contrôlées dans les programmes d'amélioration génétique notamment en Ecosse et en Irlande.

5.2 Croissance et productivité



Croissance : moyennement précoce, moyennement rapide et soutenue.

Hauteur à maturité : 25 à 35 m (jusqu'à plus de 80 m dans l'Oregon).

Productivité (AMV) : 6 à 24 m³/ha/an vers 60 ans (hautement productif).

Longévité : plus de 400 ans dans son aire d'origine, longévité inconnue en Wallonie.

Exploitabilité : 50 à 60 ans.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

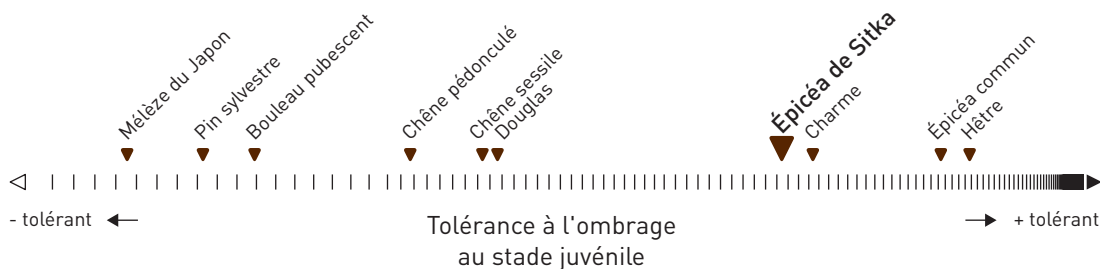
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Essence tolérante à l'ombrage.
Supporte une intensité lumineuse faible mais réagit très bien à la mise en lumière en terme de croissance.

Stade adulte

Tolère l'ombrage, nécessite une mise en lumière progressive.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Branchaison vigoureuse
Faible	
Mise en lumière brutale	Développement de gourmands le long du tronc

5.4 Précautions à l'installation

En plantation :

Importance de la provenance pour l'adaptation au climat local.

En régénération naturelle :

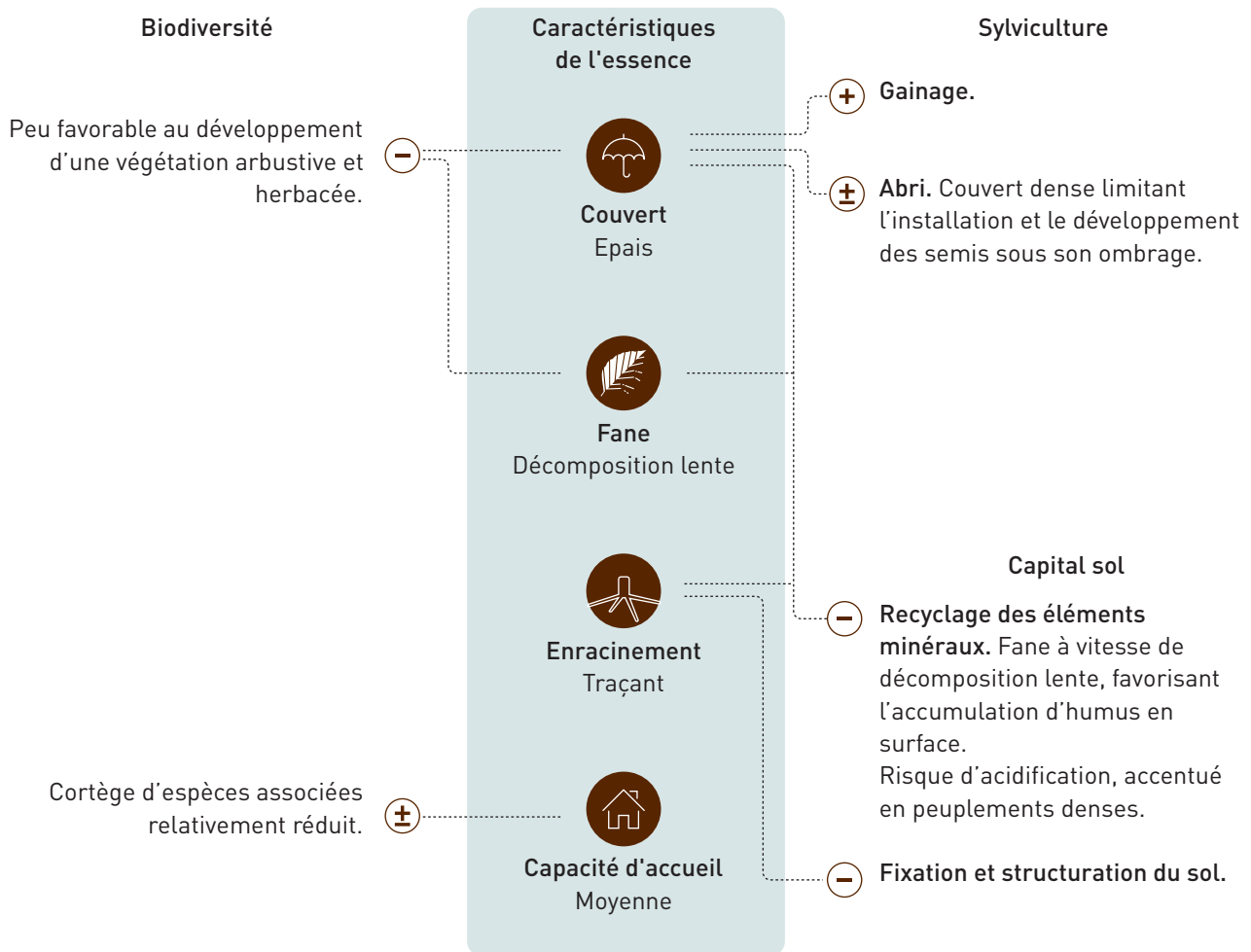
La régénération naturelle de l'épicéa de Sitka nécessite impérativement la présence d'un couvert qui doit être levé après 2-3 ans (50 cm de hauteur) afin de permettre son développement.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Nœuds noirs	Mauvais élagage naturel	Élagage
Pourriture du cœur	Causée par <i>Heterobasidion annosum</i> entre autres	Réduction de l'âge d'exploitation
Fentes de retrait et lésions sur le tronc	Sécheresse	

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Faible	
Écorcement	Faible	
Frottage	Forte	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux



Pathogènes

Le fomes (ou cœur rouge ou maladie du rond)

Heterobasidion annosum sensu lato

Site d'attaque : racines, tronc.

Symptômes et dégâts : pourriture rouge du cœur et des racines, dépérissement.

Conditions : contamination des souches lors d'éclaircies.

Caractère : primaire, fréquent.

Risque : propagation aux arbres voisins par contact racinaire.

Conséquence : perte de la valeur commerciale, risque de mortalité à l'échelle du peuplement.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire, fréquent, généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.



Insectes

Ips typographe

Ips typographus

Site d'attaque : écorce, tronc.

Symptômes et dégâts : Sciure rousse lors de l'attaque, chute d'écorce, roussissement des aiguilles, galeries en échelle verticale dans le phloème.

Conditions : surtout suite à des chablis et/ou années sèches.

Caractère : faiblesse, peut devenir primaire en cas de pullulation. Récurrent, abondant après chaque tempête.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort.

Hylobe

Hylobius abietis

Site d'attaque : écorce, collet.

Symptômes et dégâts : au printemps, morsures à la base de la tige des jeunes plants.

Conditions : coupe à blanc de résineux et reboisement rapide (1-2 ans après la coupe).

Caractère : primaire, récurrent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort des jeunes plants.

Chalcographe*Pityogenes chalcographus*

Site d'attaque : écorce, tronc et branches.

Symptômes et dégâts : sciure rousse lors de l'attaque, chute d'écorce, roussissement des aiguilles, galeries en étoile dans le phloème.

Conditions : jeunes arbres, cîme et branches des arbres plus âgés.

Caractère : faiblesse, peut devenir primaire en cas de pullulation. Récurrent, abondant après chaque tempête.

Risque : Possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort, perte de régénération.

Scolyte liseré*Trypodendron lineatum*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : trous de pénétration, sciure blanche, taches sombres dans l'aubier.

Conditions : arbres morts ou mourants.

Caractère : secondaire, fréquent.

Parfois dommageable au bois.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Chermès de l'épicéa*Adelges (Dreyfusia) piceae*

Site d'attaque : tronc et branches.

Symptômes et dégâts : galles ananas sur les pousses de l'année, dessèchement des aiguilles, lésions sur écorce et écoulement de résine.

Conditions : hôte secondaire : mélèze.

Caractère : fréquent. En général peu dommageable.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : dégâts cosmétiques sur arbres de Noël.

Dendroctone*Dendroctonus micans*

Site d'attaque : écorce: tronc et branches, collet et racines.

Symptômes et dégâts : en général très cryptique. Chambres larvaires collectives sous-corticales. Pralines résineuses marquant la pénétration des adultes.

Conditions : attaques au niveau de blessures ou dans des fourches. Peuplements humides.

Caractère : faiblesse, présent partout mais généralement inoffensif .

Risque : individuel.

Conséquences : dégâts rares en Belgique. Contrôlé par un prédateur indigène.

Puceron vert de l'épicéa*Elatobium abietinum*

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : aiguilles de plus d'un an, surtout sur les parties basses des arbres.

Conditions : -

Caractère : indépendant de la santé des arbres. Sporadique.

Risque : individuel.

Conséquences : éventuellement dessèchement des pousses.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Contrôler la largeur de cernes
Utilisations extérieures		
Utilisations intérieures		
Usages spécifiques	✓	Papier, panneaux OSB et MDF, palettes. Haute qualité de résonnance : instruments de musique (violons, pianos, guitares). Bois énergie.

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques

Essence océanique aux besoins en eau importants, l'épicéa de Sitka est très sensible à la sécheresse, tant au point de vue de l'hygrométrie que de la réserve en eau du sol. 😞

Sur le plan de la reproduction, une insuffisance de froid pourrait empêcher la levée de dormance.

L'essence se trouverait donc en grande difficulté suite à une augmentation de la fréquence/intensité des printemps et étés secs, particulièrement sur les stations sujettes à la sécheresse. Ces stations sont donc dès à présent à rejeter.

9 Références majeures

- Harris A. *Picea sitchensis* (Bong.) Carr. (Sitka Spruce) in Burns, R.M. and Honkala, B.H. (1990). **Silvics of North America: 1. Conifers; 2. Hardwoods**. Agriculture handbook 654. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington DC.
- Courbet F., Laugier N., Oswald H., Ravart M., Jean F. (2002) **Sylviculture, croissance et production de l'Epicéa de Sitka. Premiers résultats du dispositif expérimental d'Ecouves (Orne)**.
- Masson G. (2005). **Autécologie des essences forestières**. Lavoisier, Paris.
- Lekwadi S.O., Nemesova A., Lynch T., Phillips H. Hunter A.M., Siùrtain M. (2012). **Site classification and growth models for Sitka spruce plantations in Ireland**. Forest Ecology and Management. Vol 283 p. 56-65.





Érable Plane

Spitzahorn^{DE}, Noorse esdoorn^{NL}, Norway maple^{EN}

Acer platanoides L.

1 Résumé

1.1 Atouts

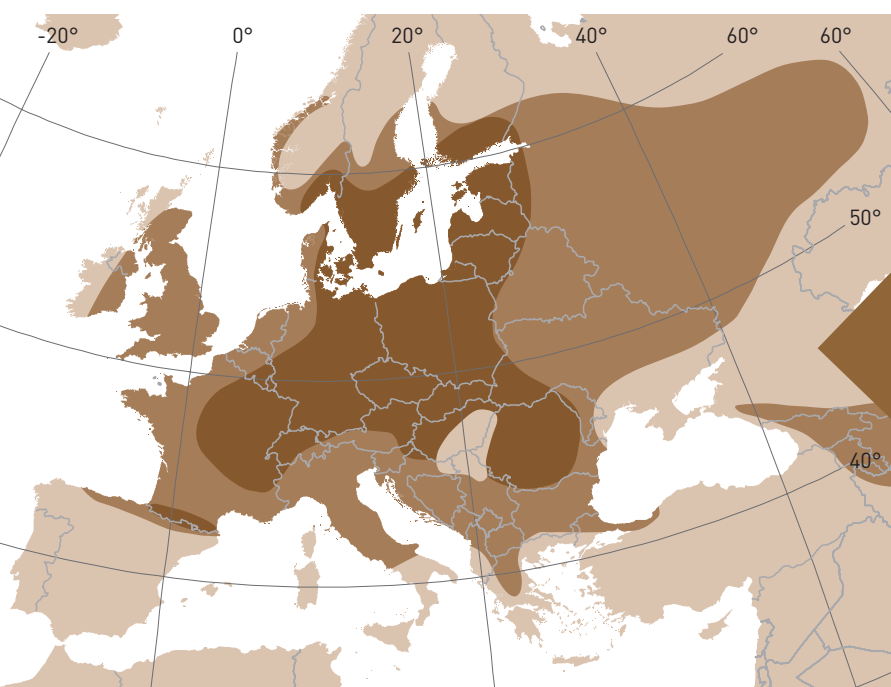
- **Bonne résistance à la sécheresse**, permettant la valorisation de stations contraignantes : sols superficiels et/ou très caillouteux, versants sud, etc. 😊
- **Enracinement** très puissant : ne craint ni une importante charge caillouteuse, ni une pente forte (forêts de protection sur fortes pentes, érablières de ravins).
- Impact très positif sur l'écosystème forestier : **fane** améliorante et forte **capacité d'accueil**, **diversification** des peuplements, mellifère, etc.
- Sur bonne station, **production rapide** d'un bois de qualité.
- Essence présentant un bon potentiel d'avenir dans le contexte des **changements climatiques**. 😊

1.2 Limites

- Essence exigeant une **richesse minérale élevée**, craint les contextes même faiblement acides.
- Nécessité d'une **production rapide**, avant la dépréciation du bois: stations fertiles et/ou sylviculture dynamique.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



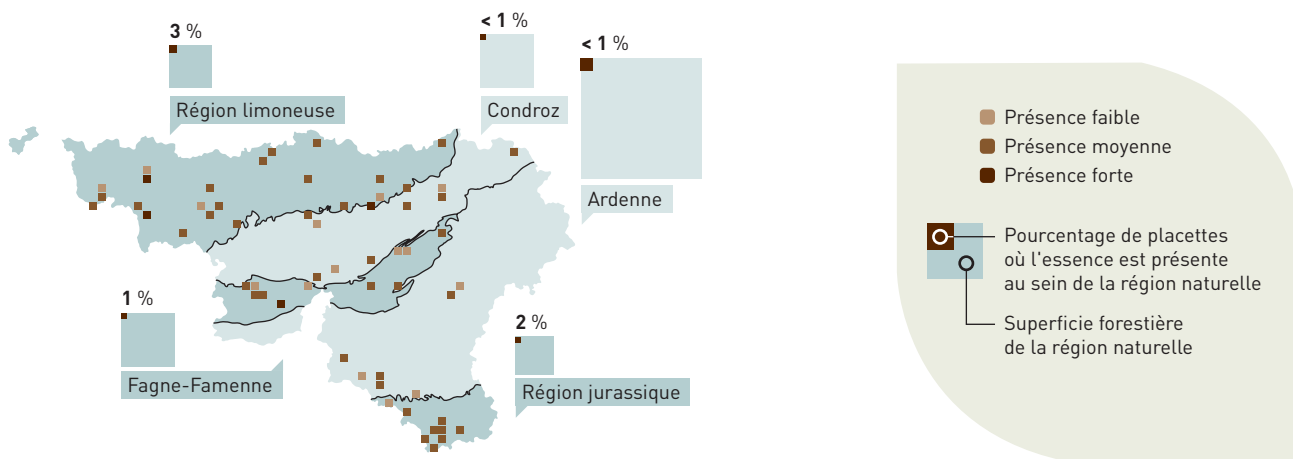
L'aire de distribution naturelle de l'érable plane s'étend de l'Oural aux Pyrénées et de la Scandinavie moyenne jusqu'aux Balkans. L'érable plane a une aire de répartition géographique plus large que l'érable sycomore et l'érable champêtre. Il progresse actuellement sur sa limite nord-ouest (France, Angleterre et Pays-Bas).

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

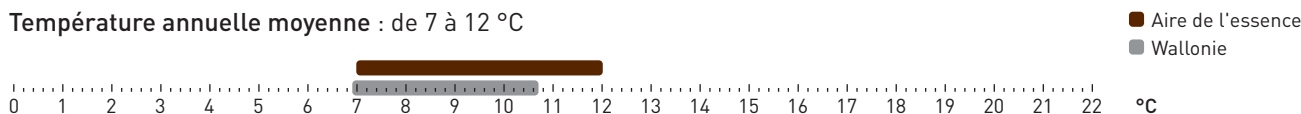
L'érable plane se retrouve de manière disséminée au sein de forêts dominées par d'autres espèces feuillues (chênes indigènes, hêtre, frêne). Préférant un climat continental et un sol riche, sa présence est légèrement plus importante en Lorraine.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : de 7 à 12 °C



Températures minimale et maximale absolues : pas d'information mais résistant aux froids intenses et sensible aux températures extrêmement élevées.



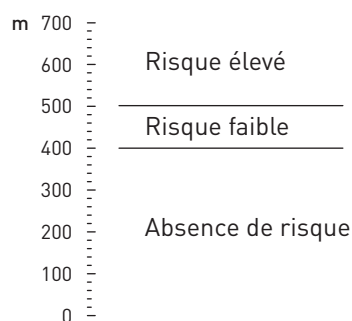
Précipitations annuelles totales : min. 800 mm



3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

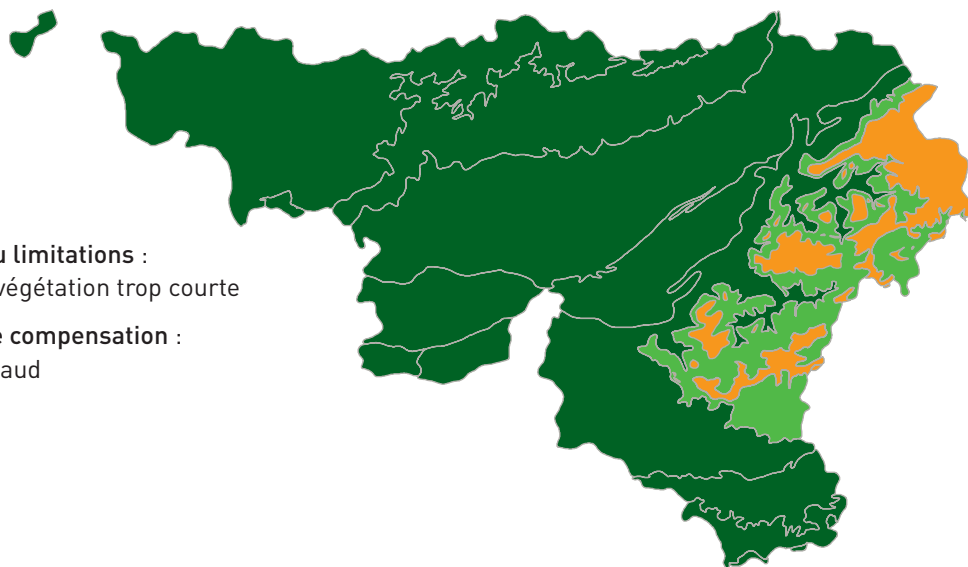
Au-delà de 400 m, l'érable commence à souffrir d'une saison de végétation trop courte.



3.3 Sensibilités climatiques particulières

Risques ou limitations :
saison de végétation trop courte

Facteur de compensation :
secteur chaud



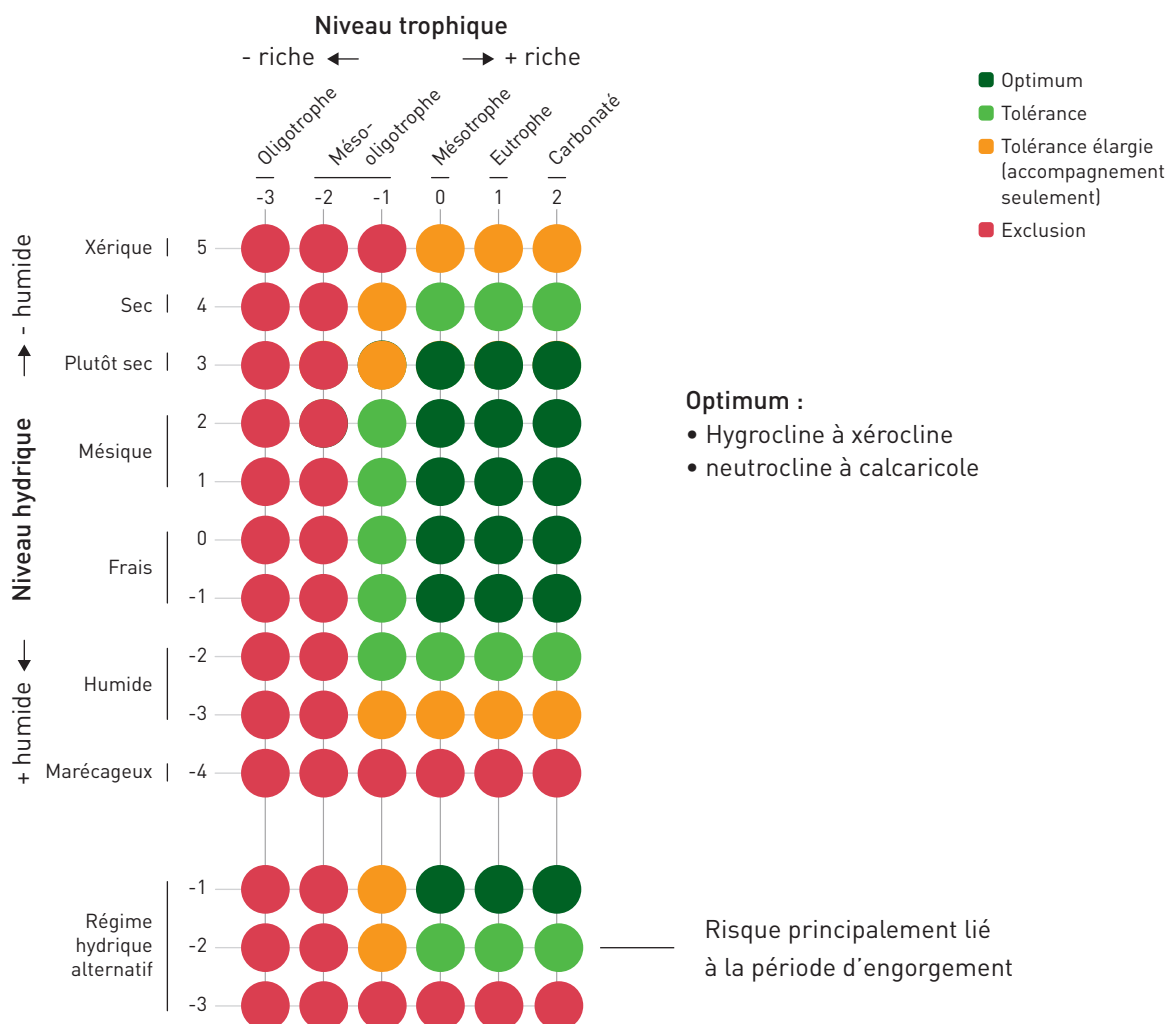
- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	PS 😊	L'érable plane est pionnier sur des stations présentant une sécheresse estivale
Adulte	PS 😊	
Canicule		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	PS	Enracinement très puissant
Adulte	PS	Enracinement très puissant, risque de casse dans le houppier

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté: non sensible

Acidité : très sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● pH < 3,8 ou profil g	-3		Aucun	
Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique ● pH 3,8-4,5	-2			
Sol méso-oligotrophe ● pH 4,5-5	-1	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4		Aucun	Relevé floristique
Sol marécageux ● Drainage g	-4			Régime hydrique effectif
Sol modérément humide à très humide ● Drainage f, i ● Drainage e, h	-3 -2	Précipitations élevées (Ardenne) Texture lourde (E, U) Sol compact	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	Sondage pédologique

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible**

Risque principalement lié à la période d'engorgement.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif
● Drainage h	-2 RHA	Contexte schisto-argileux de Famenne « Argiles blanches » (famille de sigles Ghx) Apports d'eau locaux importants par la micro- topographie : cuvette, zone de source ou de suintement	Ressuyage rapide au printemps Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)

Déficit hydrique : peu sensible 😊

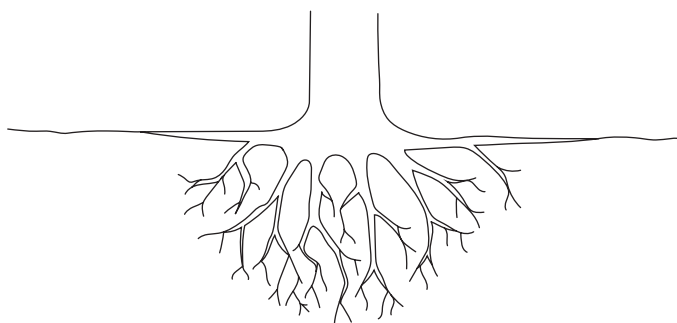
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Versant froid	Position topographique
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Nappe d'eau en profondeur	Sondage pédologique profond
● ● Sol sec à xérique	4-5	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Oblique
- Puissant 😊



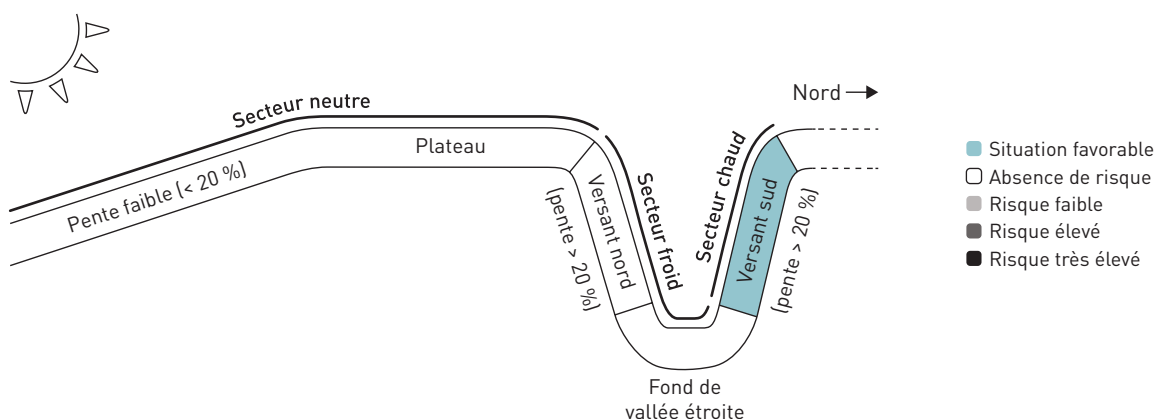
Sensibilités aux contraintes édaphiques

Compacité : **sensible**
 Anaérobiose : **sensible**

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable
Substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Test de structure (sols argileux)
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis

4.4 Effets des microclimats topographiques

Topographie



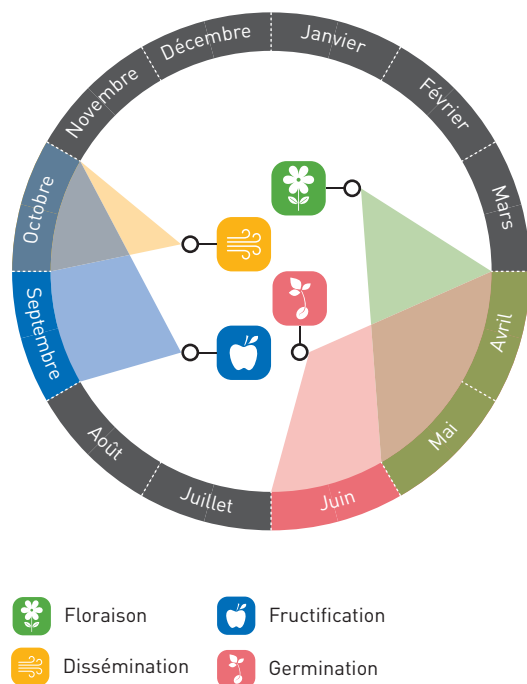
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Fond de vallée étroite	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Situation favorable. Besoins en chaleur satisfaits (essence thermophile)

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : mai à octobre.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : **25-30 ans**.

Type de fleurs : **hermaphrodites**.

Localisation entre individus : **monoïque**.

Pollinisation : **entomogamie**.

Type de fruit : **samare**.

Fréquence des fructifications : **2 à 3 ans**.

Mode de dissémination : **anémochorie**.

Les graines sont intermédiaires (elles supportent la dessiccation au contraire de l'érable sycomore) et elles ont une dormance assez profonde. La germination naturelle se réalise cependant généralement le printemps suivant la dissémination ; la dormance est levée par le froid de l'hiver. En conditions artificielles, la dormance est levée par une stratification froide humide (3 °C) qui varie généralement entre 12 à 20 semaines.

Régénération asexuée

L'érable plane possède une bonne aptitude à rejeter de souche.

5.2 Croissance et productivité

Croissance : précoce, rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité (m) : couramment 20 à 30 m.

Productivité (AMV m³/ha/an) : non documentée en Wallonie [productif].

Longévité : 300 ans.

Exploitabilité : 50 à 80 ans.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

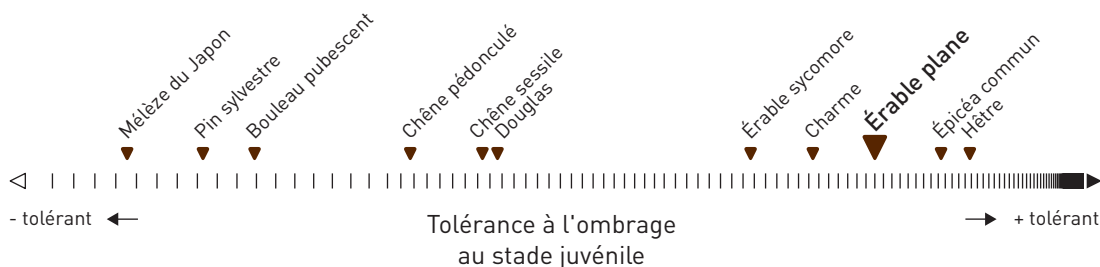
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Supporte une intensité lumineuse faible mais réagit très bien à la mise en lumière en termes de croissance.

Stade adulte

Tolère l'ombrage, supporte une mise en lumière brutale. L'érable plane est légèrement plus exigeant en lumière que l'érable sycomore.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	
Faible	Diminution de la croissance Très forte tendance au phototropisme
Mise en lumière brutale	Coup de soleil et apparition de gourmands

5.4 Précautions à l'installation

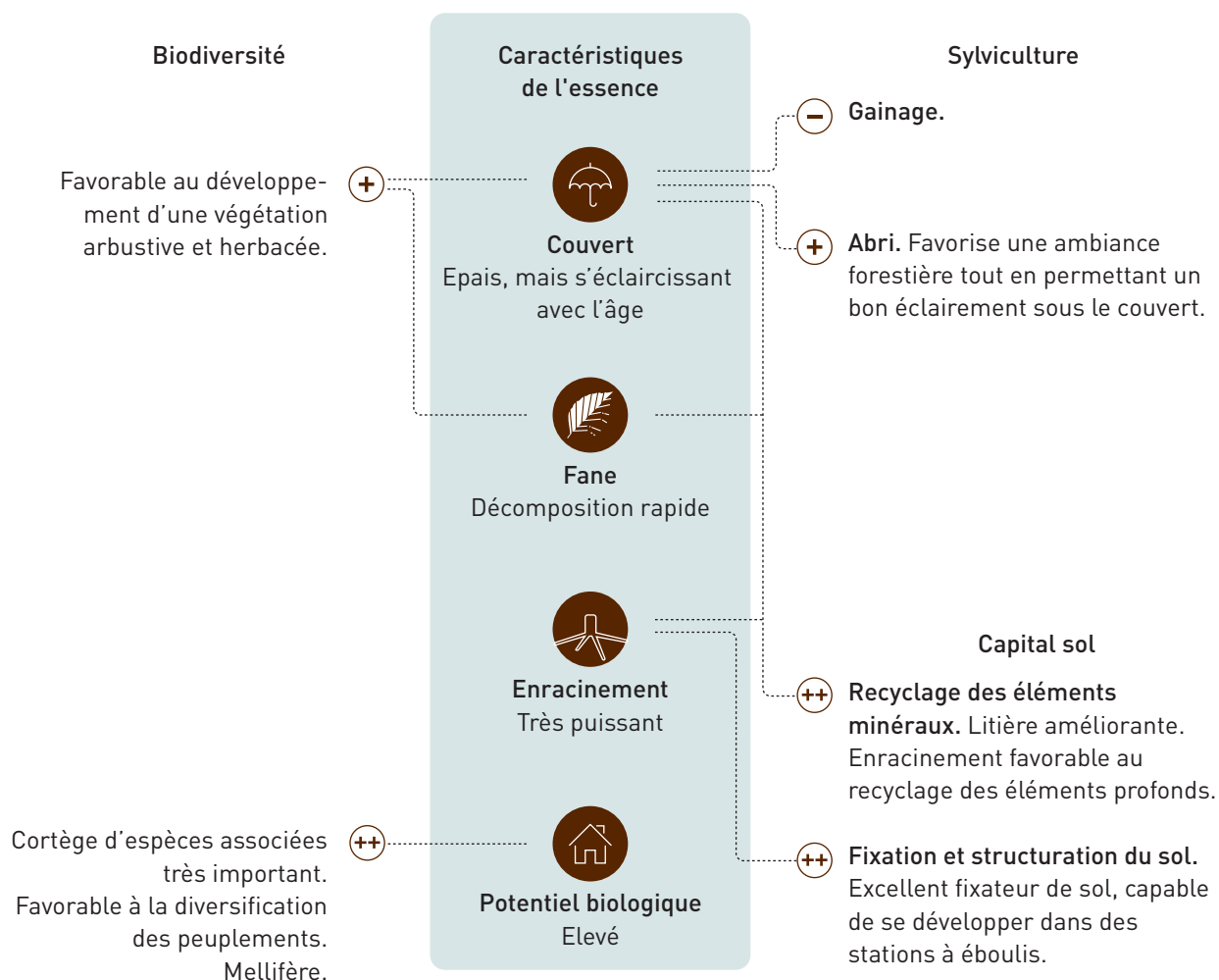
- Les plants d'érable plane offrent de particulièrement bonnes garanties de reprise.
- La régénération de l'érable plane est aisée.
- Essence à réserver à des plantations en groupes ou parquets.
- Seules les stations optimales conviennent pour la production de bois de qualité, sans risque de maladie.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Cœur brun	Arbres âgés (dès 60-70 ans) Favorisé par une humidité trop importante de la station	Sylviculture dynamique Station adéquate
Fibre torse	Génétique	
Courbure		

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Forte	
Écorcement	Forte	Écorce fine, aggravant les dégâts liés aux frottis et à l'écorcement
Frotture	Moyenne	

L'érable peut également être sujet au rongement d'écorce par les lièvres et lapins.

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

Pourriture blanche

Sawadzea tulasnei

Site d'attaque: feuilles.

Symptômes et dégâts: taches blanches pouvant couvrir toute la face supérieure des feuilles ; défoliation précoce.

Conditions: humidité de l'air importante et températures modérées.

Caractère: primaire – moyennement fréquent

Risque: pour le peuplement (spores transmises par voie aérienne).

Conséquence: croissance ralentie, sensibilité accrue à des pathogènes de faiblesse – surtout sur jeunes arbres.

La maladie des taches blanches

Cristulariella depraedans

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : sur la face supérieure des feuilles, taches circulaires gris clair à brun clair entourées d'un bord plus foncé ; défoliation précoce.

Conditions : printemps pluvieux.

Caractère : primaire – moyennement fréquent.

Risque : limité.

Conséquence : croissance ralentie, sensibilité accrue à des pathogènes de faiblesse.

La maladie de la suie

Cryptostroma corticale

Site d'attaque : branches et tronc.

Symptômes et dégâts : dessèchement de rameaux, chute des feuilles, nécroses corticales suivies d'un soulèvement d'écorce laissant apparaître une poudre

noire ; mortalité de jeunes rameaux (haut du houppier).

Conditions : épidémies précédées par des étés chauds et secs ; arbres soumis à un stress (mise en lumière brutale, ...).

Caractère : faiblesse-peu fréquent.

Risque : pour la santé humaine (affections respiratoires).

Conséquence : mortalité de rameaux.

La verticilliose

Verticillium dahliae

Site d'attaque : rameaux (via outils de taille infectés), racines (via spores dans le sol).

Symptômes et dégâts : flétrissement de jeunes plants ou de rameaux entiers ; en coupe transversale dans les rameaux, anneau noir au niveau des tissus conducteurs (maladie vasculaire).

Conditions : plants de pépinière infectés .

Caractère : primaire –surtout sur jeunes plants .

Risque : contamination du sol pour de nombreuses années, risque pour érables.

Conséquence : mortalité.

La maladie des taches goudronneuses

Rhytisma acerinum

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : larges taches circulaires jaunes sur les feuilles (juin) évoluant en taches noires goudronneuses entourées d'un halo jaune.

Conditions : champignon sensible à la pollution (bio-indicateur de la qualité de l'air).

Caractère : faiblesse - fréquent.

Risque : transmission des spores par voie aérienne.

Conséquence : croissance ralentie.

L'armillaire (pourridié racinaire)*Armillaria spp.*

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire - fréquent - généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Problématiques émergentes**Le chancre à Eutypella***Eutypella parasitica*

Site d'attaque : tronc et branches.

Symptômes et dégâts : chancres avec écorce restant en place (sauf en son centre), palmettes sous écorce à la marge extérieure du chancre, déformation du tronc

Conditions : dispersion du champignon par temps humide.

Caractère : primaire - rare - émergent.

Risque : pour l'arbre (contamination éventuelle de sujets voisins à partir de fructifications produites à la limite extérieure du chancre), évolution lente de la maladie.

Conséquence : déformation du tronc, mortalité de jeunes sujets.

**Insectes*****Trypodendron domesticum, T. signatum***

Site d'attaque : tout l'arbre

Symptômes et dégâts : trous de pénétration, sciure blanche, taches sombres dans l'aubier.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : secondaire. Fréquent et parfois dommageable.

Risque : individuel, possibilité d'extension par taches.

Conséquences : Dévalorisation du bois.

Xylébore disparate*Xyleborus dispar*

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : galeries et chambres larvaires dans l'aubier.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : faiblesse. Sporadique et parfois critique.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Lymexylon dermestoides

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : petits amas de sciure tassée sous l'écorce, à l'endroit du trou de pénétration dans le bois.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : secondaire. Sporadique, parfois dommageable.

Risque : individuel, possibilité d'extension par taches.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Cossus gâte bois*Cossus cossus*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier. Grosses chenilles rougeâtres.

Conditions : arbres affaiblis. Attaque de nombreux feuillus.

Caractère : faiblesse. Notamment arbres de bords de route.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Zeuzère*Zeuzera pyrina*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier.

Conditions : arbres affaiblis. Attaque de nombreux feuillus.

Caractère : faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		
Utilisations extérieures		Durabilité naturelle : classe 5 Bois non durable
Aménagements intérieurs	✓	Bois recherché pour l'ébénisterie et les aménagements intérieurs (parquets, escaliers, meubles de styles)
Usages spécifiques	✓	Bois ondé très recherché pour les filières de luxe : lutherie, tournerie, marqueterie, tranchage, déroulage, articles de bureau, boîtes, ustensiles de cuisine...

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques 😊

D'un point de vue abiotique, l'érable plane apparaît comme une essence bien armée pour faire face aux changements climatiques.

Cette essence a en effet besoin de chaleur estivale et est peu sensible aux sécheresses. Par ailleurs, l'érable plane montre un caractère plus boréal et plus continental que l'érable sycomore.

Ses besoins en hygrométrie et en réserve hydrique du sol sont moindres que ceux de l'érable sycomore, mais plus élevés que ceux de l'érable champêtre.

9 Références majeures

- Barengo N., Rudow A., Schwab P. (2001). **L'érable plane**. SEBA : Projet Favoriser les essences rares, Chaire de sylviculture EPFZ, Direction fédérale des forêts OFEFP.
- Lestrade M., Gonin P., Coello J. (2013). **Autécologie de l'érable sycomore (*Acer pseudoplatanus* L.), de l'érable plane (*Acer platanoides* L.), de l'érable champêtre (*Acer campestre* L.) et des autres érables**. Forêt Entreprise 212, 54-62.





Épicéa commun

Fichte^{DE}, Gewone Spar^{NL}, Norway Spruce^{EN}

Picea abies (L.) Karst.

ÉPICÉA
COMMUN

1 Résumé

1.1 Atouts

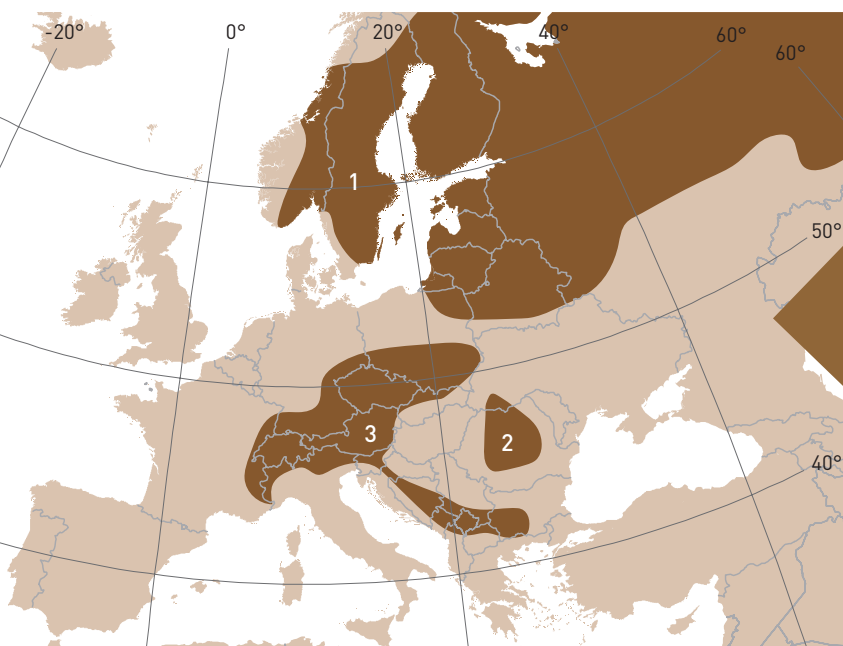
- Permet la mise en valeur de contextes difficiles :
 - supporte des **températures très basses**, une **courte période de végétation**, les **brouillards** (Haute Ardenne).
 - tolère les terrains **acides** et moyennement humides (attention aux chablis).
- En station favorable, **forte production** de bois et **révolution relativement courte**.
- Bois de bonne **valeur technologique**, **nombreuses filières** de débouchés.

1.2 Limites

- Forte demande en eau, de par sa **grande sensibilité aux canicules**, **aux sécheresses estivales**, et au **manque d'eau en général** (pluviométrie, hygrométrie, sol). Implantation risquée hors Ardenne, par la combinaison des précipitations trop faibles et des températures trop élevées. 😞
- **Enracinement peu puissant**, prédisposant l'essence aux chablis surtout sur sols fréquemment engorgés ou compacts.
- Craint les milieux riches (pH>5) sur lesquels il est confronté au risque de **pourriture rouge**. Par ailleurs, **calcarifuge**.
- **Fane acidifiante et couvert épais**, peu favorable au recyclage de la matière organique et à l'écosystème forestier en général. Ces impacts négatifs peuvent néanmoins être atténués par le mélange et/ou une réduction de la densité des peuplements.
- Essence à risque dans le contexte des changements climatiques 😞

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Essence boréo-montagnarde, l'aire de distribution naturelle de l'épicéa englobe trois domaines principaux, à savoir les domaines nordique (1), hercynio-carpathique (2), et alpin (3).

Depuis environ deux siècles, l'essence a été très largement plantée hors de son aire naturelle. On la rencontre aujourd'hui fréquemment à travers toute l'Europe boréale et tempérée.

Les boisements belges utilisent les provenances hercynio-carpathiques

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

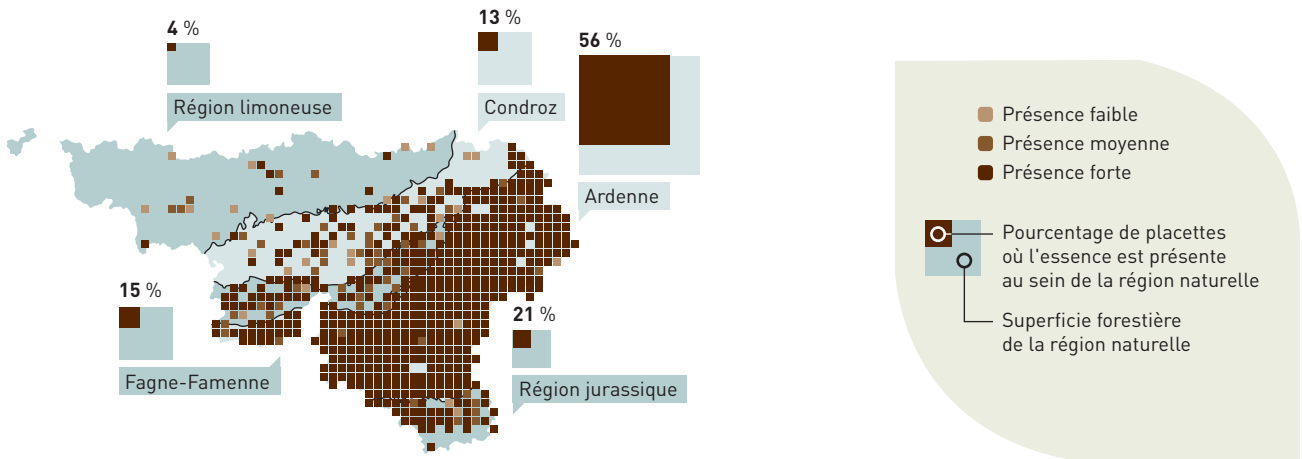
2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

En Wallonie, l'épicéa commun est une espèce exotique naturalisée.

Introduite en sylviculture dès le 19^e siècle, l'épicéa constitue aujourd'hui la première essence résineuse de grande production en Wallonie. Elle est présente

sur 42 % des surfaces forestières inventoriées, le plus souvent en futaies régulières monospécifiques (78 % de peuplements purs).

L'essence est principalement cultivée en Ardenne, où le climat lui correspond le mieux.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

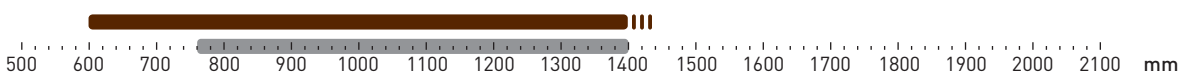
Température annuelle moyenne : 3 à 8,5 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -40 °C / max. 45 °C



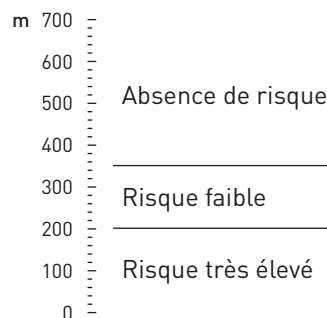
Précipitations annuelles totales : min 600 mm



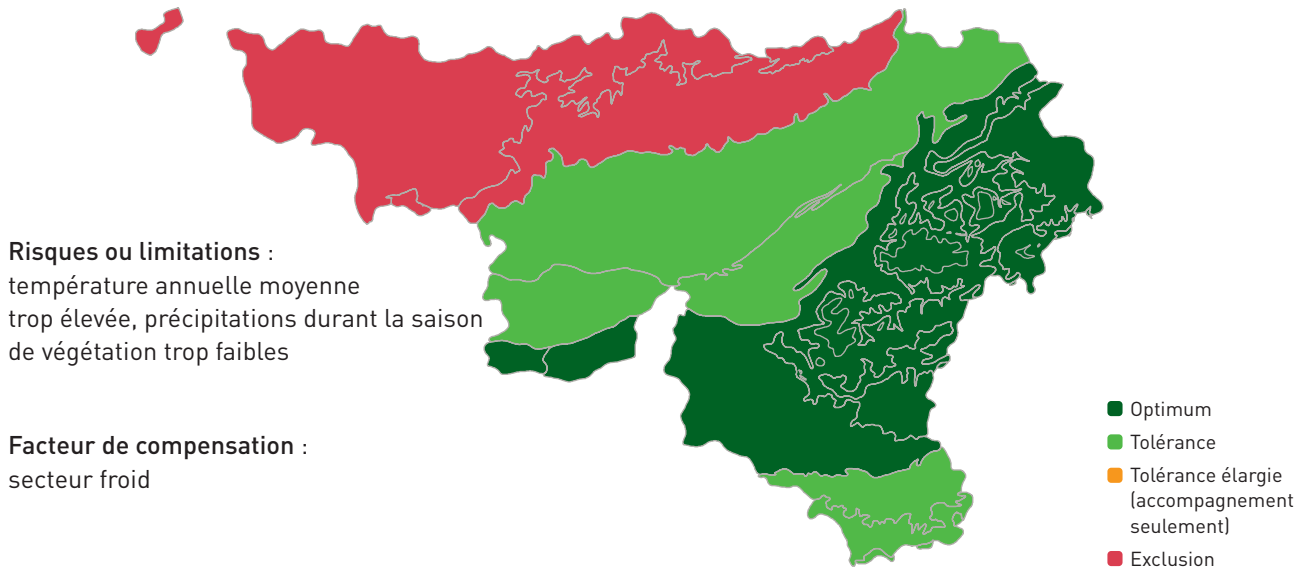
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

L'espèce requiert une hygrométrie atmosphérique élevée et une pluviosité importante limitant son implantation en dessous de 350 m (Ardenne).



3.3 Sensibilités climatiques particulières



Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	S	Les dégâts sont surtout dommageables pour les jeunes plants dont l'apex est détruit. Une grande attention doit être portée aux choix des provenances.
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	TS 😞	Pendant 2 à 3 ans, le jeune semis est sensible à la dessiccation du fait de son enracinement superficiel.
Adulte	S	
Canicule		
Juvenile	TS 😞	Les dégâts sont plus importants pour les pousses non lignifiées. Des individus ayant grandi en peuplement et soudainement exposés à un fort rayonnement solaire direct sont sensibles aux insulations. La mort d'individus adultes est assez rare.
Adulte	S	
Neige et givre		
Juvenile	S	L'épicéa est particulièrement sensible aux neiges collantes (bas de cimes et branches). Les ports en draperie sont peu sensibles aux neiges collantes mais bien au givre.
Adulte	S	
Vent		
Juvenile	PS	Risque de chablis sur sols hydromorphes et compacts. Des bris de tronc peuvent avoir lieu sur les sols bien structurés.
Adulte	TS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **sensible** (diagnostics complémentaires : test HCl sur terre fine et mesure du pH)

Acidité : **peu sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Podzol ou sol oligotrophe ● pH < 3,8 ou profil g	-3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH (en surface et en profondeur)
● Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique pH 3,8-4,5 ou profil f	-2			

NT : niveau trophique

NT -2 : risques de déficiences nutritionnelles. Il est recommandé d'effectuer des analyses foliaires et des analyses de sols.

NT 0 : **sensible**, risque de pourriture rouge.

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Stations en tolérance : risque de chablis (incapacité d'enracinement).

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou para-tourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f, i	-4 -3			
Sol modérément humide ● Drainage e, h	-2	Précipitations élevées (Ardenne) Sol compact Texture lourde (E, U)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible** 😞

Risque principalement lié à la période d'engorgement(chablis), mais également au déficit hydrique estival.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i(*)	-3 RHA	Apport d'eau local important (microtopographie) : zone de source ou de suintement	Hydromorphie non fonctionnelle	Régime hydrique effectif Contexte lithologique
● Drainage h(*)	-2 RHA	Sol compact, ou horizon compact à faible profondeur : contexte schisto-argileux de Famenne, horizon argileux, fragipan	Sol meuble et/ou bien structuré	Test de texture Test de compacité
● Drainage d	-1 RHA	Sol peu profond : phases 2 ou 3	Sol profond	Test de structure (sols argileux)

* Dans le cas des Gix et Ghx, se référer à la fiche « Sols à argiles blanches », Typologie et aptitudes stationnelles (Timal et al. 2012)

Déficit hydrique : **sensible** 😞

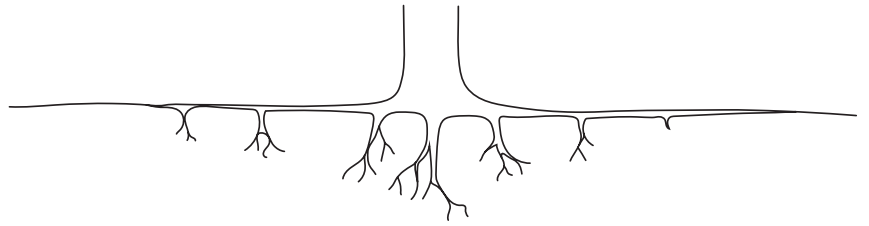
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5			
● Sol sec à xérique	4-5			
● Sol plutôt sec	3	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Traçant



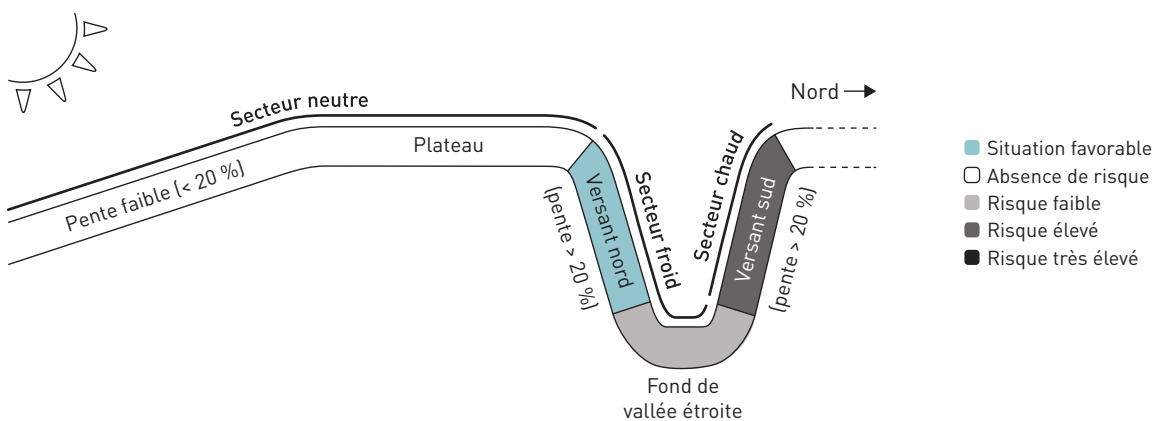
Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **très sensible** 😞. Dans les sols engorgés, l'enracinement devient extrêmement superficiel et n'assure plus la stabilité de l'arbre - Peut supporter un engorgement temporaire mais avec une production amoindrie, une augmentation des risques de chablis et des problèmes sanitaires (pourritures).
- Compacité du sol : **sensible**

Obstacles physiques à l'enracinement

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable Test de structure (sols argileux) Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis
Substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	

4.4 Effets des microclimats topographiques



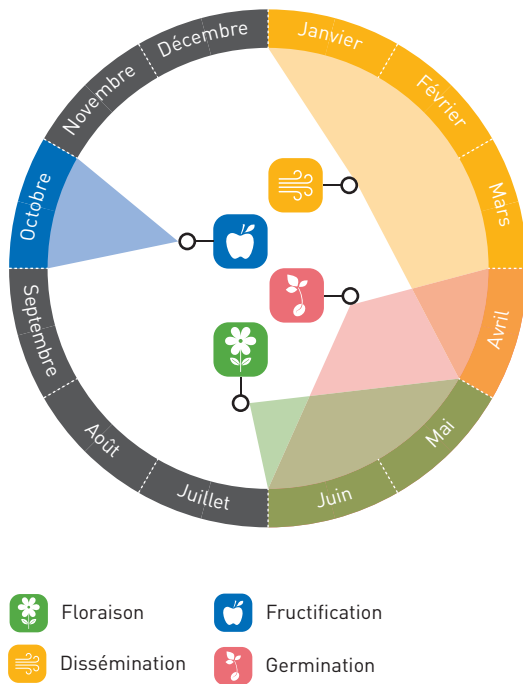
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Situation favorable. Hygrométrie élevée, brouillards (essence submontagnarde).
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Gelées tardives.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Risque important de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée, hygrométrie insuffisante, excès de température estivale.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : persistant

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : 40 à 50 ans en massif voire 30 ans pour individu isolé.

Type de fleurs : unisexuées.

Localisation entre individus : monoïque.

Pollinisation : anémogamie.

Type de fruit : cône (contenant les graines ailées)

Fréquence des fructifications : 3 à 5 ans.

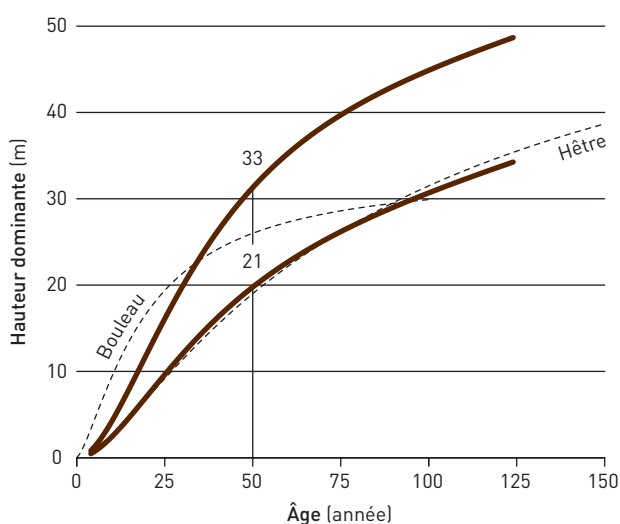
Mode de dissémination : anémochorie, zoochorie.

Les graines sont orthodoxes et n'ont pas de dormance. La germination peut être cependant améliorée et mieux groupée par un froid humide (3 °C) de 4 à 6 semaines. Dans la nature, la dispersion des graines se fait généralement de janvier à avril, exceptionnellement une dispersion plus précoce peut être observée. Elles germent dès que les conditions de température et d'humidité sont réunies.

Régénération asexuée

Pas de régénération asexuée dans la nature hormis quelques cas de marcottage naturel de branches basses (en montagne). Le bouturage a été réalisé en conditions contrôlées dans les programmes d'amélioration génétique. En Wallonie, dans les années '80-'90, le bouturage en masse de plants au stade juvénile a été réalisé pour la plantation forestière. Ces variétés multiclonales sont abandonnées à ce jour.

5.2 Croissance et productivité



Croissance : moyennement précoce, moyennement rapide et soutenue.

Hauteur à maturité : 25 à 40 m. Les plus grands individus observés en Wallonie atteignent 45 m (Büllingen, 160 ans).

Productivité (AMV) : 10 à 20 m³/ha/an vers 60 ans (très productif).

Longévité : au moins 150 ans (inférieure en basse et moyenne Belgique).

Exploitabilité : 50 à 80 ans selon l'objectif de qualité du bois (le bois de qualité suppose une phase de compression et une limite de largeur de cerne sous le seuil de 3 mm). 70 à 90 ans en cas de régénération naturelle.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

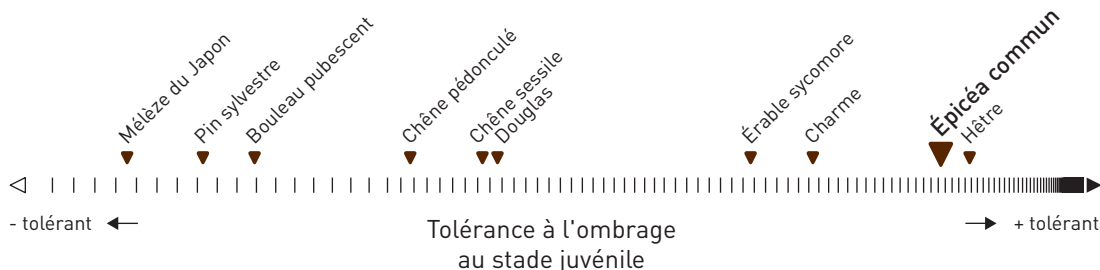
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Tolère l'ombrage.
Supporte une intensité lumineuse faible pendant une dizaine d'années afin de bien réagir à la mise en lumière.

Stade adulte

Exige la pleine lumière et supporte une compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Ralentissement de la croissance
Mise en lumière brutale	Reprise de croissance délicate des semis et risque de coup de soleil sur les troncs d'arbres adultes

5.4 Précautions à l'installation

En plantation :

Plants de 3 à 4 ans très robustes, exigeant l'installation soignée du système racinaire.

En semis naturel

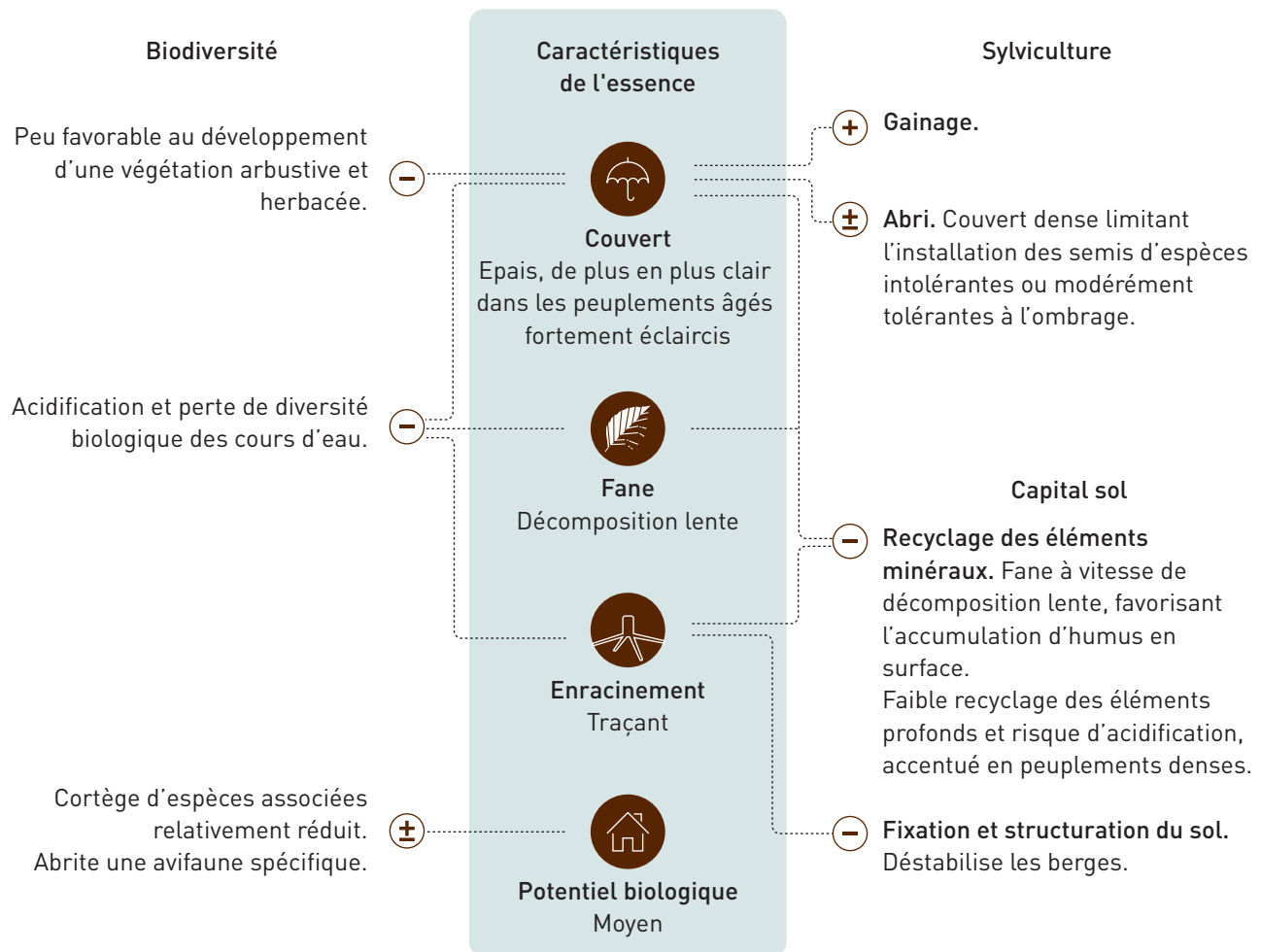
- Les semis sont sensibles à la dessiccation et à l'ensoleillement tant que le contact racinaire avec le sol minéral n'est pas assuré (1 à 15 ans si dysmoder). Ils nécessitent la protection du peuplement ainsi qu'un substrat organique favorable à l'enracinement profond (humus moder).
- La sensibilité aux gelées tardives justifie un choix attentif des stations et des provenances.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



Remarque : les peuplements mélangés, conduits en sylviculture dynamique, ou d'un âge avancé peuvent être caractérisés par des conditions de milieu plus favorables.

5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Pourriture rouge	<p>Sur sol riche, provoquée par <i>Heterobasidium annosum</i> (<i>Fomes annosus</i>), champignon basidiomycète.</p> <p>Favorisée par les dégâts d'exploitation et de la grande faune (écorcement).</p>	<p>Éviter les boisements sur les terres à risque (anciennes terres de culture, pH supérieur à 5, terrain très filtrant) et les reboisements après coupe rase de peuplement infesté.</p> <p>Éviter les blessures aux racines et au collet des arbres lors des exploitations. Rabottage et protections.</p>

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Faible	Sujet à l'abrouissement jusqu'à l'âge de 8 ans. Le maximum des dégâts se concentre entre 2 et 4 ans
Écorcement	Forte	Très fortement écorcé par les cerfs. Les sujets de 30 à 60 cm de circonférence sont les plus touchés
Frottage	Moyenne	Sujet aux frottis jusqu'à l'âge de 8 ans. Le maximum des dégâts se concentre entre 4 et 6 ans

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux



Pathogènes

Cœur rouge ou maladie du rond (« le Fomes »)

Heterobasidion annosum sensu lato

Site d'attaque : racines, tronc.

Symptômes et dégâts : pourriture rouge du cœur et des racines, dépérissement, carpophores de forme irrégulière au pied.

Conditions : contamination des souches lors d'éclaircies.

Caractère : primaire - fréquent.

Risque : propagation aux arbres voisins par contact racinaire.

Conséquence : perte de la valeur commerciale, risque de mortalité à l'échelle du peuplement.

Les brûlures de pousses

Sirococcus conigenus et *Botrytis cinerea*

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : mortalité de semis - sur adultes : brunissement et dessèchement des extrémités de rameaux.

Conditions : situations confinées.

Caractère : faiblesse - fréquent.

Risque : dispersion au sein du peuplement par spores aériennes, susceptible d'infecter le douglas.

Conséquence : perte de régénération.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire - fréquent.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.



Insectes

Ips typographe

Ips typographus

Site d'attaque : écorce, tronc.

Symptômes et dégâts : sciure rousse lors de l'attaque, chute d'écorce, roussissement des aiguilles, galeries en échelle verticale dans le phloème.

Conditions : surtout suite à des chablis et/ou années sèches.

Caractère : faiblesse, peut devenir primaire en cas de pullulation. Récurrent, abondant après chaque tempête.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort.

Hylobe*Hylobius abietis*

Site d'attaque : écorce, collet.

Symptômes et dégâts : au printemps, morsures à la base de la tige, dépérissement.

Conditions : coupe à blanc de résineux et reboisement rapide (1-2 ans après la coupe).

Caractère : récurrent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort des jeunes plants.

Chalcographe*Pityogenes chalcographus*

Site d'attaque : écorce, tronc et branches.

Symptômes et dégâts : sciure rousse lors de l'attaque, chute d'écorce, roussissement des aiguilles, galeries en étoile dans le phloème.

Conditions : jeunes arbres, cîme et branches des arbres plus âgés.

Caractère : faiblesse, peut devenir primaire en cas de pullulation. récurrent, abondant après chaque tempête.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort, perte de régénération.

Scolyte liseré*Trypodendron lineatum*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : trous de pénétration, sciure blanche, taches sombres dans l'aubier.

Conditions : arbres morts ou mourants.

Caractère : secondaire. Fréquent, parfois dommageable au bois.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Chermes de l'épicéa*Adelges laciris* et *Sacciphantes viridis*

Site d'attaque : tronc et branches.

Symptômes et dégâts : galles ananas sur les pousses de l'année, dessèchement des aiguilles, lésions sur écorce et écoulement de résine.

Conditions : hôte secondaire : mélèze.

Caractère : fréquent. En général peu dommageable.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : dégâts cosmétiques sur arbres de Noël.

Dendroctone*Dendroctonus micans*

Site d'attaque : écorce: tronc et branches, collet et racines.

Symptômes et dégâts : en général très cryptique. Chambres larvaires collectives sous-corticales. Pralines résineuses marquant la pénétration des adultes.

Conditions : attaques au niveau de blessures ou dans des fourches. Stations humides.

Caractère : faiblesse, présent partout mais généralement inoffensif.

Risque : individuel.

Conséquences : dégâts rares en Belgique. Contrôlé par un prédateur indigène.

Puceron vert de l'épicéa*Elatobium abietinum*

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : aiguilles de plus d'un an, surtout sur les parties basses des arbres.

Conditions : -

Caractère : indépendant de la santé des arbres. Sporadique.

Risque : individuel.

Conséquences : éventuellement dessèchement des pousses.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Très bonnes propriétés mécaniques. Structures non exposées aux intempéries.
Utilisations extérieures		Bois non durable
Aménagements intérieurs	✓	Menuiserie et meubles, lambris, plinthes, plancher
Usages spécifiques		Lutherie, tranchage, déroulage Usages industriels : coffrage, palettes

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☹️

Bien qu'on trouve localement des conditions favorables à la sylviculture de l'épicéa hors de la région ardennaise, du point de vue climatique, l'espèce s'y trouve déjà actuellement en limite de tolérance : précipitations et hygrométrie insuffisantes (principalement en période de végétation), chaleur estivale excessive, etc. Dans un contexte de changements climatiques, l'aire de culture potentielle de l'épicéa pourrait donc être

strictement réduite à la région ardennaise, en évitant par ailleurs les stations trop exposées à la sécheresse et à la chaleur (versants chauds, hauts de pentes, etc.).

L'augmentation éventuelle des précipitations hivernales constituerait par ailleurs un facteur défavorable dans les stations à régime hydrique alternatif les plus contraignantes.

9 Références majeures

- Gomez N. (2012). **Quel avenir pour le sapin et l'épicéa ? Synthèse bibliographique sur l'autécologie et la vulnérabilité comparée du sapin et de l'épicéa dans le cadre des changements climatiques.** Rendez-Vous Techniques n° 36-37 : 3-8.
- Hébert J., Herman M., Jourez B. (2002). **Sylviculture et qualité du bois de l'épicéa en Région wallonne.** Éd. Forêt Wallonne asbl, 157 p.





Érable sycomore

Bergahorn^{DE}, Esdoorn^{NL}, Sycamore Maple^{EN}

Acer pseudoplatanus L.

ÉRABLE
SYCOMORE

1 Résumé

1.1 Atouts

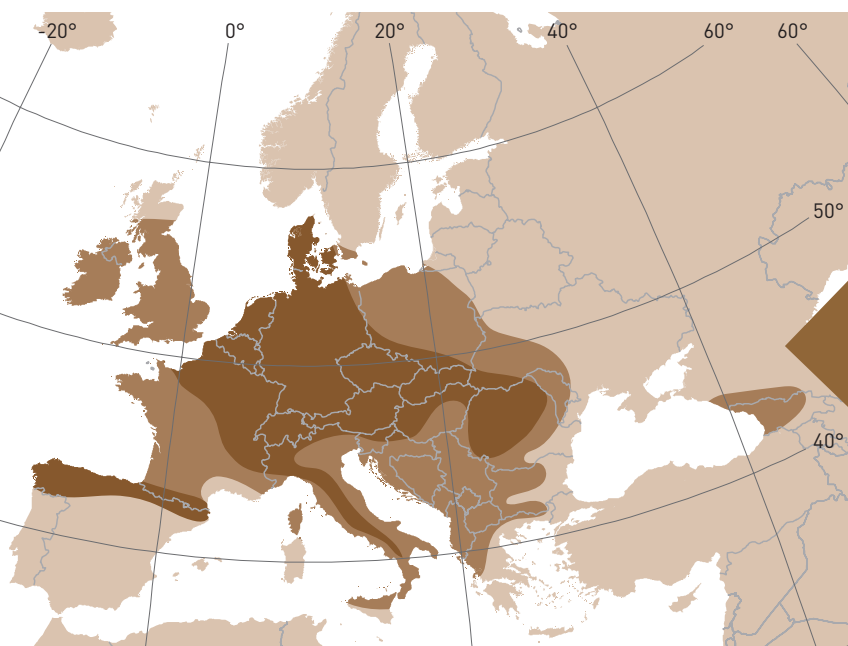
- Essence à **tempérament montagnard**, très tolérante aux conditions climatiques difficiles : **gelées, grands froids, neige et givre**, appréciant une forte **hygrométrie** (brouillards). Installation possible dans les « trous à gelées », versants très ombragés et encaissés, etc.
- Sur bonne station, **production rapide** d'un bois recherché pour les filières de qualité : bois ondes, lutherie, ébénisterie, tranchage, etc.
- Essence à tempérament colonisateur, à bonne capacité de **régénération naturelle**.
- **Enracinement** très puissant : l'érable ne craint ni une importante charge caillouteuse, ni une déclivité très forte (forêts de protection sur fortes pentes, érablières de ravins), pour autant que la station ne soit pas trop sèche.
- Impact très positif sur l'**écosystème forestier** : fane améliorante, forte capacité d'accueil, bonne essence d'abri, etc.

1.2 Limites

- Essence **exigeante** pour l'obtention d'un bois de qualité: bon approvisionnement en eau mais sans excès (cœur brun), bonne richesse minérale.
- Nécessité d'une **production rapide**, avant la dépréciation du bois : stations fertiles et/ou sylviculture dynamique.
- Sensible aux **coups de soleil** en cas de mise en lumière brutale du tronc.
- Essence très sensible aux **dégâts de faune** (principalement abrutissement et écorcement).

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Essence indigène en Belgique. Distribution médio-européenne à tendance subatlantique. Au nord de son aire de répartition, l'érable sycomore occupe préférentiellement les zones de plaines et de collines tandis que dans le sud de l'Europe, il présente un caractère plutôt montagnard.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

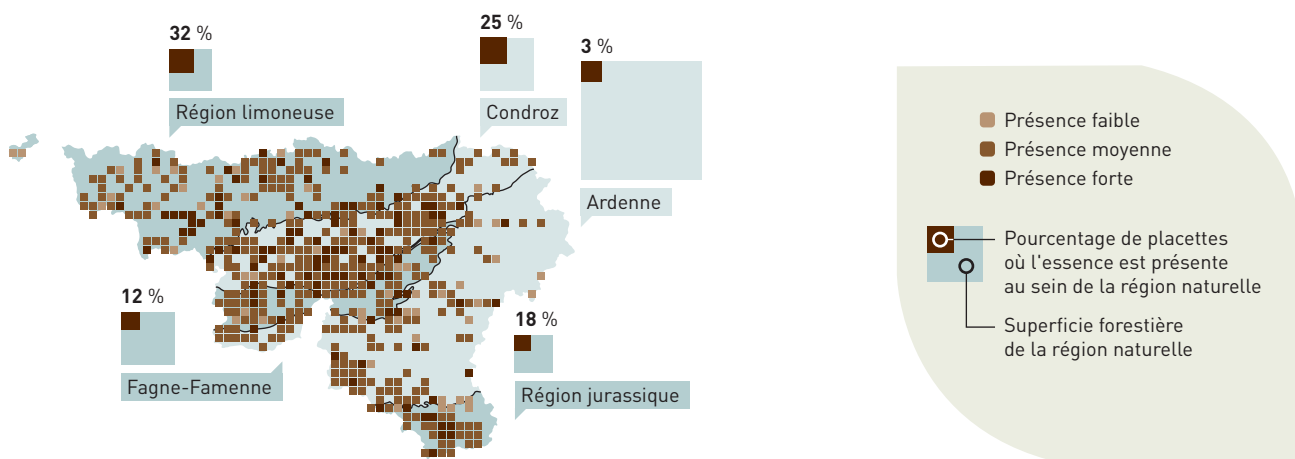
- ☺ Atout face aux changements climatiques
- ☹ Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

L'érable sycomore est présent sur environ 10 % de la forêt wallonne, mais est représenté assez inégalement dans les différentes régions naturelles. Il est principalement présent en Région limoneuse, en Condroz, as-

sez fréquent en Lorraine et en Famenne, et par contre, beaucoup plus rare en Ardenne.

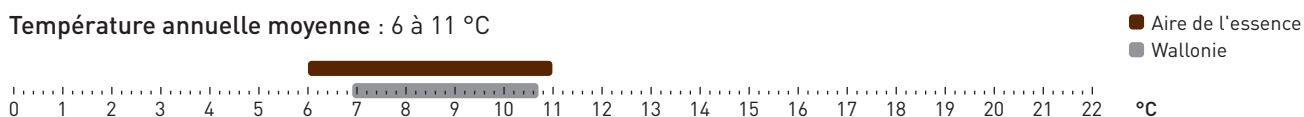
On le rencontre principalement en mélange avec les autres feuillus (8 % de peuplements purs).



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

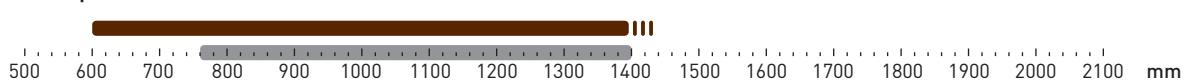
Température annuelle moyenne : 6 à 11 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -28 °C / max. 40 °C



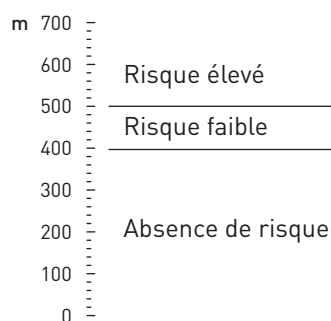
Précipitations annuelles totales : min. 600 mm



3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

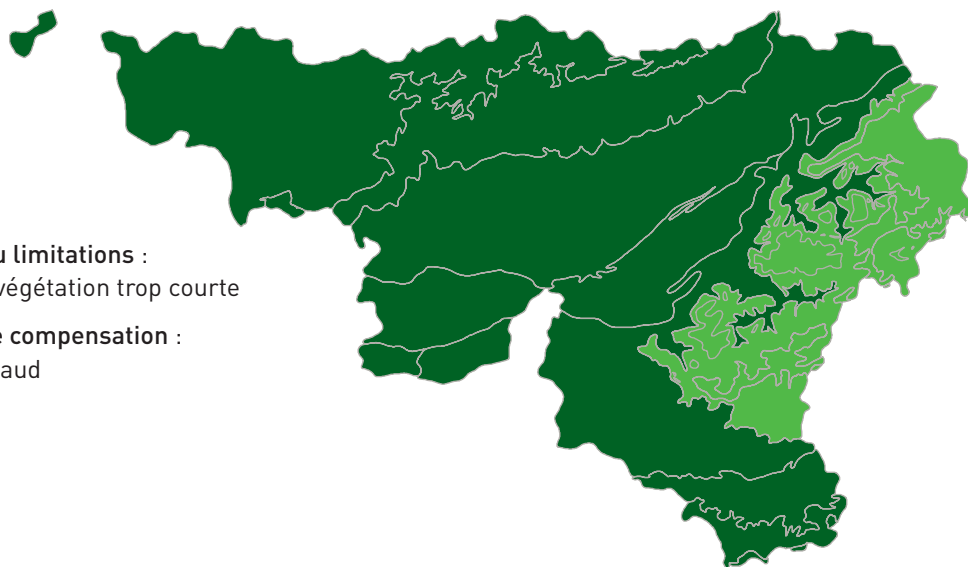
Au-delà de 400 m l'érable commence à souffrir d'une saison de végétation trop courte.



3.3 Sensibilités climatiques particulières

Risques ou limitations :
saison de végétation trop courte

Facteur de compensation :
secteur chaud



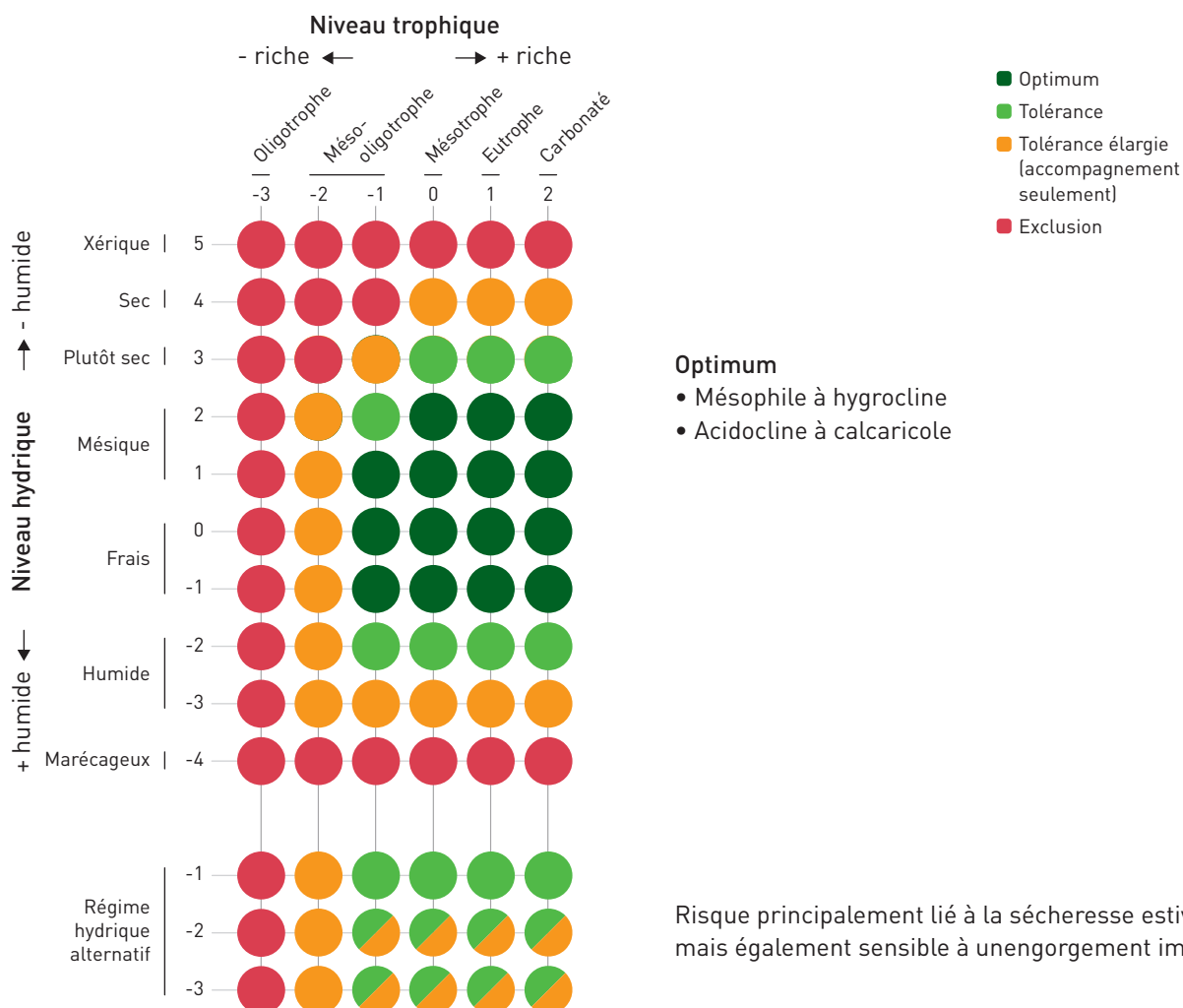
- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	S	Ne supporte les fortes chaleurs estivales que lorsque l'alimentation en eau du sol est importante
Adulte	S	
Canicule		
Juvenile	S	
Adulte	S	
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	PS	Enracinement très puissant
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **non sensible**

Acidité : **sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● pH < 3,8 ou profil g	-3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Aucun Sol plus riche en profondeur	
Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique ● pH 3,8-4,5 ou profil f	-2			

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Stations en tolérance : perte de qualité du bois, réduction de croissance

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4		Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique Test de texture
Sol marécageux à humide ● Drainage g	-4			
Sol très humide à modérément humide ● Drainage f, i ● Drainage e, h	-3 -2	Précipitations élevées (Ardenne) Texture lourde (E, U) Sol compact	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible**

Risque principalement lié à la sécheresse estivale, mais également sensible à un engorgement important.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage h,i	-2 et -3 RHA	« Argiles blanches »* (Familles de sigles Gix et Ghx) Contexte schisto-argileux de Famenne	Sol bien structuré et/ou contexte calcaire : marne, macigno, argile de décarbonatation, etc.	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité
● Drainage d	-1 RHA	Sol peu profond : Phases 2 ou 3	Sol meuble Sol limoneux profond	Test de structure (sols argileux)

* Se référer à la fiche « Sols à argiles blanches », Typologie et aptitudes stationnelles (Timal et al. 2012).

Déficit hydrique : **sensible**

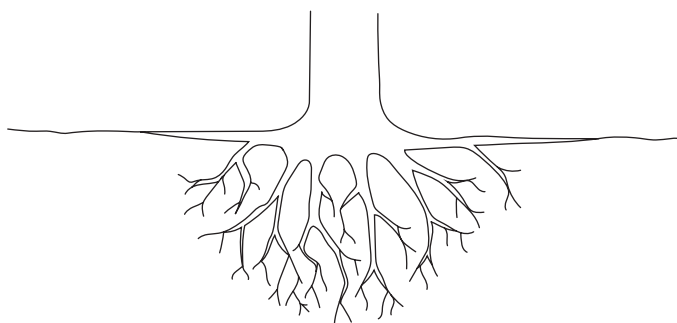
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5			
● Sol xérique	5			
● ● Sol plutôt sec à sec	3-5	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Oblique (en cœur) et traçant
- Moyennement profond



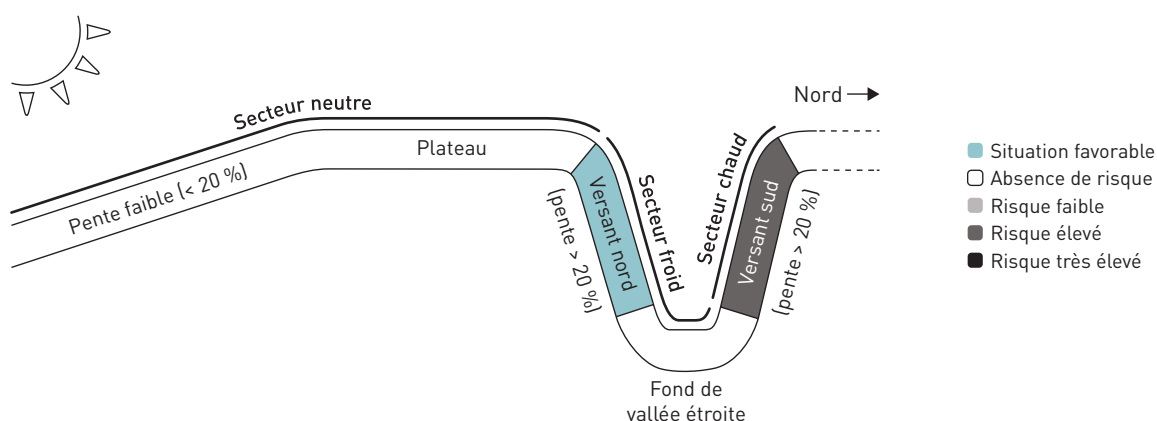
Sensibilités aux contraintes édaphiques

Anaérobiose : **sensible**

Compacité : **sensible**

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E Certains A compacts	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable
Substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Test de structure (sols argileux)
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis

4.4 Effets des microclimats topographiques



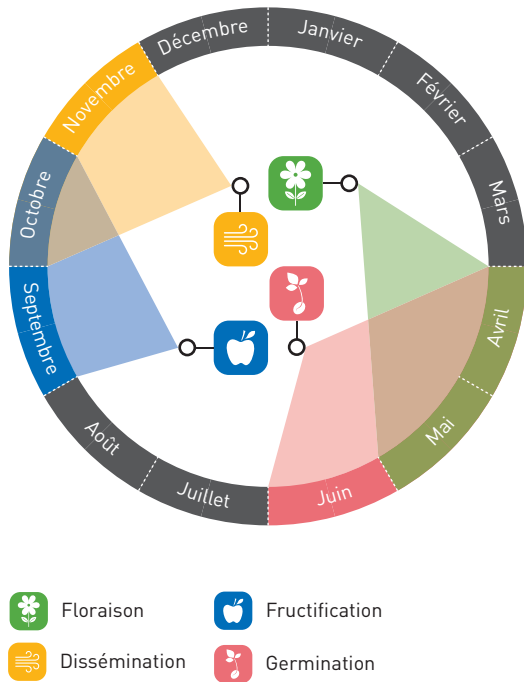
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Situation favorable. Hygrométrie élevée, brouillards (essence submontagnarde)
Fond de vallée étroite	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Risque important de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : mai à octobre.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : **40 ans en peuplement mais 20 à 30 ans** pour les individus isolés.

Type de fleurs : **hermaphrodites**.

Localisation entre individus : **monoïque**.

Pollinisation : **entomogamie**.

Type de fruit : **samare**.

Fréquence des fructifications : **1 à 3 ans**.

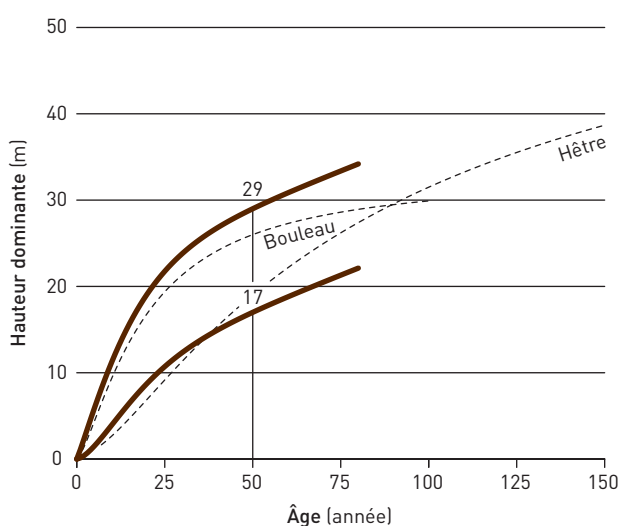
Mode de dissémination : **anémochorie**.

Les graines sont récalcitrantes (elles ne peuvent pas être séchées en-dessous d'une teneur en eau de 24 %) et elles ont une dormance profonde. La germination naturelle se réalise cependant généralement le printemps suivant la dissémination. La dormance est levée par le froid de l'hiver. En conditions artificielles, la dormance est levée par une stratification froide (3°C) qui varie généralement entre 8 à 16 semaines.

Régénération asexuée:

L'érable sycomore possède une bonne aptitude à rejeter de souche.

5.2 Croissance et productivité



Croissance : précoce, rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité (m) : 20 à 35 m.

Productivité (AMV m³/ha/an) : 5 à 8 m³/ha/an vers 60 ans (productif).

Longévité : très longévif, 300 à 400 ans.

Exploitabilité : 50 à 80 ans.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

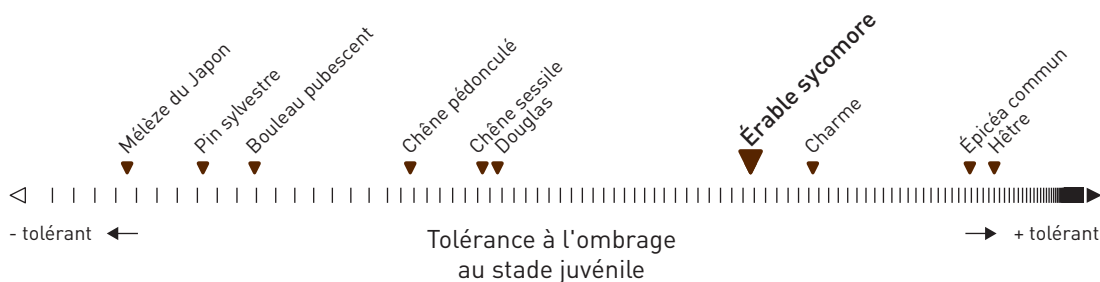
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Tolérance à l'ombrage moyenne.
Supporte une intensité lumineuse faible mais réagit bien à la mise en lumière en termes de croissance.

Stade adulte

Tolère l'ombrage.
Supporte une mise en lumière pour autant que le tronc soit protégé (sensible au coups de soleil).



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	
Faible	Diminution de la croissance Très forte tendance au phototropisme : risque important de déformation de la tige
Mise en lumière brutale	Coup de soleil et apparition de gourmands

5.4 Précautions à l'installation

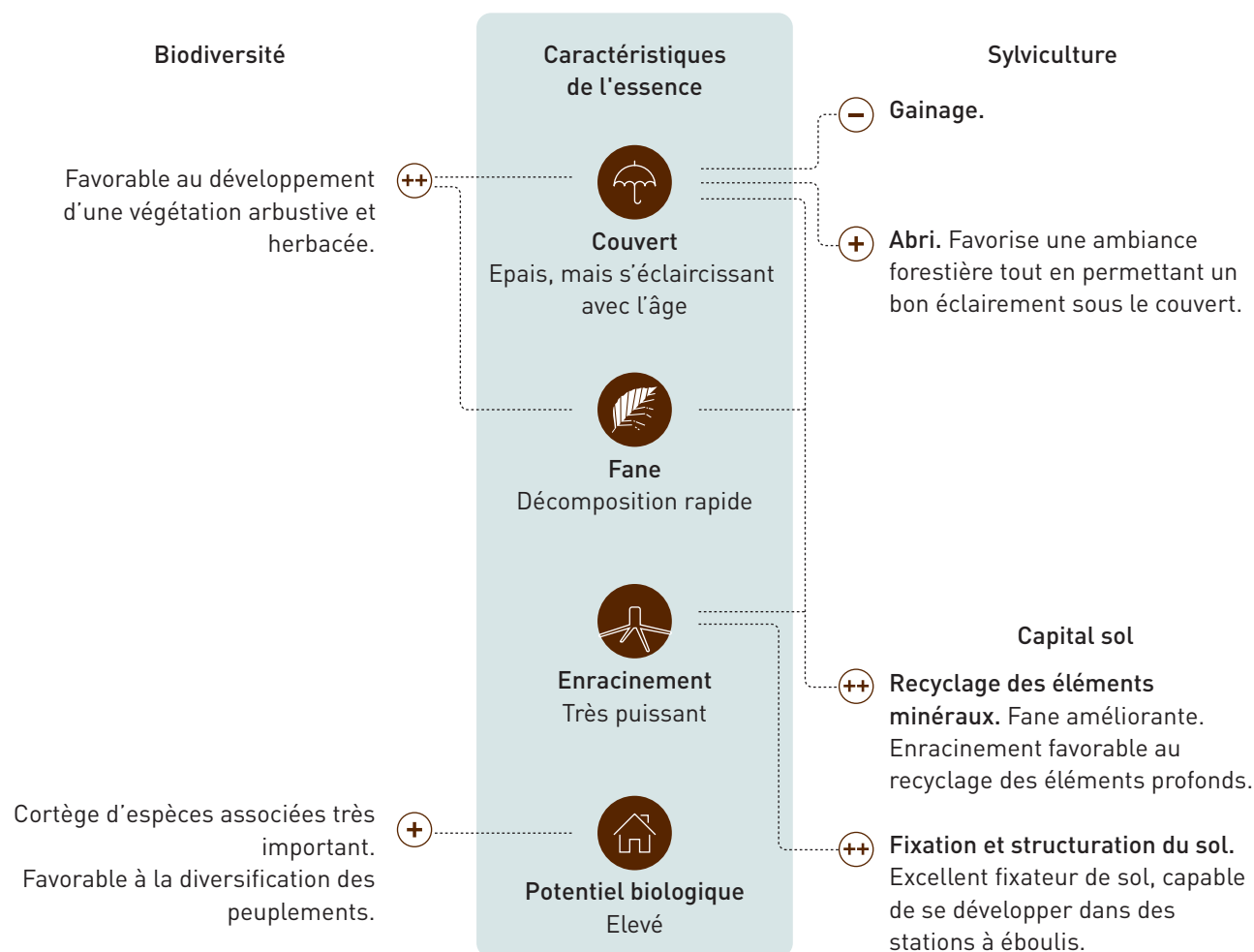
- Essence héliophile, contrôler strictement la concurrence.
- Essence très appétante pour la faune sauvage.
- Essence très sensible à la mise en lumière brutale : procurer un abri latéral tout en lui ménageant un éclaircissement supérieur.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Cœur brun (faux duramen brun)	Coloration liée au vieillissement de l'arbre	
Coups de soleil	Trop forte exposition du tronc au soleil	Maintenir un sous étage pour protéger le tronc du soleil
Courbure, méplat, fibre torse	Prédispositions génétiques	Choix approprié des provenances, élimination des sujets défectueux lors des éclaircies
Broussins et gourmands	Prédispositions génétiques Mise en lumière du fût sur des arbres déséquilibrés	Choix approprié des provenances, élimination des sujets défectueux Équilibre houppier/fût Maintenir un sous étage pour protéger le tronc du soleil

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Forte	
Écorcement	Forte	Écorce fine, aggravant les dégâts liés au frottis et à l'écorcement
Frottage	Moyenne	

L'érable peut également être sujet au rongement d'écorce par les lièvres et lapins.

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

La maladie de la suie

Cryptostroma corticale

Site d'attaque : branches.

Symptômes et dégâts : nécroses corticales suivies d'un soulèvement d'écorce laissant apparaître une poudre noire ; mortalité de jeunes rameaux (haut du houppier).

Conditions : épidémies précédées par des étés chauds et secs; arbres soumis à un stress (mise en lumière brutale,...).

Caractère : faiblesse – peu fréquent

Risque : pour la santé humaine (affections respiratoires)

Conséquence : mortalité de rameaux.

La verticilliose

Verticillium dahliae

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : flétrissement de rameaux (par secteurs) ; en coupe transversale dans les rameaux, anneau noir au niveau des tissus conducteurs (maladie vasculaire).

Conditions : en pépinière et jeunes plantations, champignon pouvant subsister plusieurs dizaines d'années dans le sol.

Caractère : primaire – fréquent en pépinière – affecte également divers ligneux (tilleuls notamment).

Risque : contamination du sol pour de nombreuses années à partir de plants de pépinière.

Conséquence : mortalité de jeunes sujets.

La maladie des taches goudronneuses

Rhytisma acerinum

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : larges taches circulaires jaunes sur les feuilles (juin) évoluant en taches noires goudronneuses entourées d'un halo jaune.

Conditions : champignon sensible à la pollution (bioindicateur de la qualité de l'air).

Caractère : faiblesse – fréquent.

Risque : transmission des spores par voie aérienne

Conséquence : défoliation précoce.

L'oidium

Sawadzea bicornis

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : duvet blanchâtre sur les deux faces des feuilles. Chute prématurée du feuillage en cas de forte attaque ; déformation et courbure de l'extrémité des rameaux.

Conditions : humidité de l'air importante et températures modérées.

Caractère : faiblesse – moyennement fréquent.

Risque : pour le peuplement (spores transmises par voie aérienne).

Conséquence : défoliation précoce, croissance ralentie.

L'armillaire (pourridié racinaire)*Armillaria spp.*

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent - généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Problématiques émergentes**Le chancre à *Eutypella****Eutypella parasitica*

Site d'attaque : tronc et branches.

Symptômes et dégâts : chancres avec écorce restant en place (sauf en son centre), palmettes sous écorce à la marge extérieure du chancre, déformation du tronc.

Conditions : dispersion du champignon par temps humide.

Caractère : primaire - rare - émergent.

Risque : pour l'arbre (contamination éventuelle de sujets voisins à partir de fructifications produites à la limite extérieure du chancre), évolution lente de la maladie.

Conséquence : déformation du tronc, mortalité de jeunes sujets.

**Insectes*****Trypodendron domesticum, T. signatum***

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : trous de pénétration, sciure blanche, taches sombres dans l'aubier.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : secondaire. Fréquent et parfois dommageable.

Risque : individuel, possibilité d'extension par taches.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Xylébore disparate*Xyleborus dispar*

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : galeries et chambres larvaires dans l'aubier.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : faiblesse. Sporadique et parfois critique.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Lymexylon dermestoides

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : petits amas de sciure tassée sous l'écorce, à l'endroit du trou de pénétration dans le bois.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : secondaire. Sporadique, parfois dommageable.

Risque : individuel, possibilité d'extension par taches.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Cossus gâte bois*Cossus cossus*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier. Grosses chenilles rougeâtres.

Conditions : arbres affaiblis. Attaque de nombreux feuillus.

Caractère : faiblesse. Notamment arbres de bords de route.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Zeuzère*Zeuzera pyrina*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier.

Conditions : arbres affaiblis. Attaque de nombreux feuillus.

Caractère : faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		
Utilisations extérieures		Non durable
Utilisations intérieures	✓	Bois recherché pour l'ébénisterie et les aménagements intérieurs (parquets, escaliers, meubles de styles)
Usages spécifiques	✓	Bois ondé très recherché pour les filières de luxe. Lutherie, tournerie, tranchage, déroulage, papier

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☹️

L'érable sycomore est une essence à affinité plutôt atlantique, qui affectionne particulièrement les stations à forte hygrométrie (versants nord, brouillards), et qui nécessite un bon approvisionnement en eau du sol.

Une augmentation de la fréquence des sécheresses estivales pourrait donc fragiliser l'érable sycomore, en particulier sur les stations à faible réserve hydrique ou sur les versants chauds.

9 Références majeures

- De Vos B., Grulois C., Loyen S., Quivy V., Van der Aa B., Vitlox O., Van Stycken J. (2002). Opportunités et modalités de sylviculture de l'érable sycomore (*Acer pseudoplatanus* L.). *Parcs et Réserves* 57(2) : 36-39.
- Lestrade M., Gonin P., Coello J. (2013). Autécologie de l'érable sycomore (*Acer pseudoplatanus* L.) de l'érable plane (*Acer platanoides* L.), de l'érable champêtre (*Acer campestre* L.) et des autres érables. *Forêt-Entreprise* 212 : 54-62.
- Masson G. (2005). *Autécologie des essences forestières. Comment installer chaque essence à sa place. 2. Essences: Erable sycomore*. Tec & Doc Lavoisier, p. 105-114.
- Thibaut A. (2004). Autécologie du merisier et de l'érable sycomore en Région Wallonne. *Forêt Wallonne* 73 : 40-47.





Frêne commun

Gemeine Esche^{DE}, Gewone Es^{NL}, Common ash^{EN}

Fraxinus excelsior L.

FRÊNE

1 Résumé

1.1 Atouts

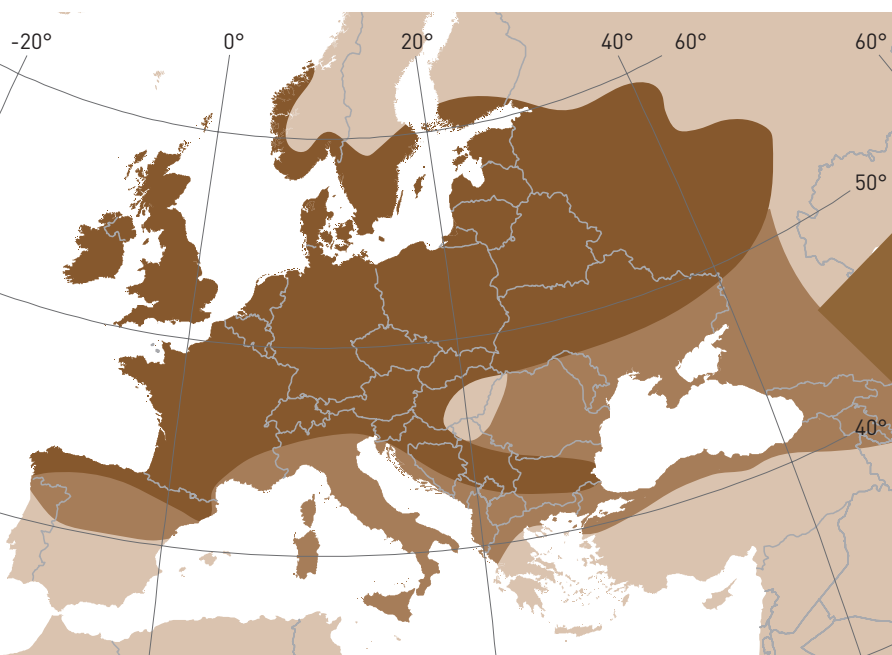
- Sur bonne station, **production rapide** d'un bois de **haute qualité** technologique, recherché pour les filières de qualité : ébénisterie, déroulage, tranchage, etc.
- Impact très positif sur l'écosystème forestier : **fane** améliorante et très forte **capacité d'accueil**, **diversification** des peuplements, etc.
- Tolérance à l'engorgement, permettant la mise en valeur des **stations sub-humides** (40 à 50 cm de sol drainé).
- Essence colonisatrice, à très forte capacité de **régénération naturelle**.

1.2 Limites

- **Essence décimée par la chalarose**, surtout au stade du semis. Il est déconseillé d'en planter en l'état actuel de la situation.
- Grand consommateur d'eau du fait d'une **régulation tardive de sa transpiration**. 😞
- Essence **exigeante** pour l'obtention d'un bois de qualité: approvisionnement en eau élevé et régulier mais sans excès (cœur brun) et bonne richesse minérale.
- Nécessité d'une **production rapide**, avant la dépréciation du bois : stations fertiles et/ou sylviculture dynamique.
- Très grande sensibilité aux **gelées tardives**, qui provoque la formation de **fourches**.
- Fortement **abrutie, frottée et écorcée par la grande faune**.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Essence à distribution principalement médio-européenne, indigène en Belgique. En région méditerranéenne, le frêne se cantonne dans les plaines alluviales ou les zones montagneuses humides. Dans les régions continentales du sud est de l'Europe, il est exclusivement alluvial.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

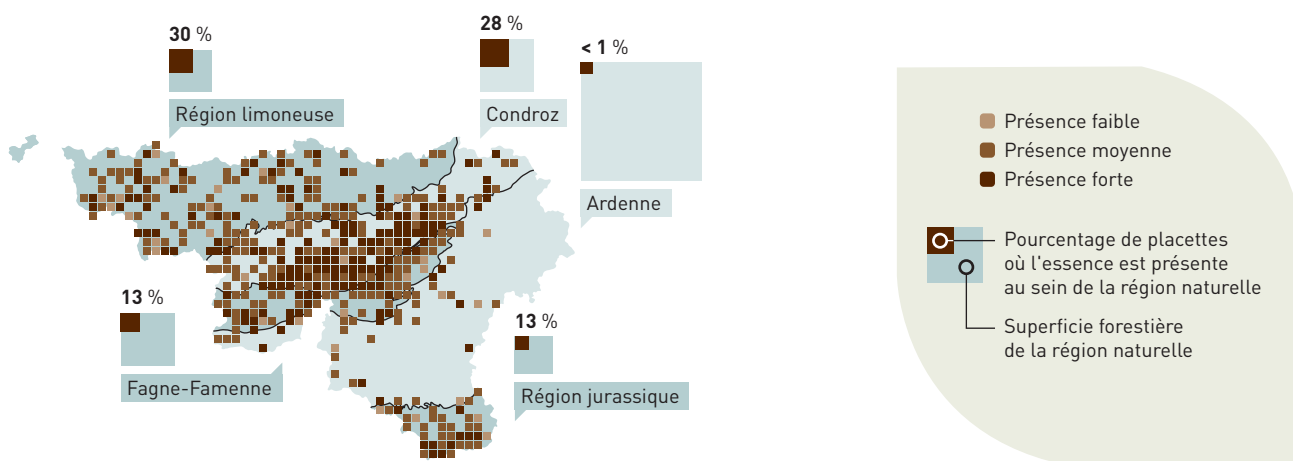
- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Le frêne est présent sur environ 9 % de la forêt wallonne. Il est présent dans l'ensemble des régions naturelles, mais y est représenté très inégalement. Il est très abondant dans les forêts fertiles des régions limoneuses, limono et marno-calcaire ; en Ardenne, il est encore présent dans les vallées de basse altitude, mais disparaît quasi totalement du plateau. À l'état isolé, il est

néanmoins présent partout car il a été abondamment planté (haie, bords de route, etc.).

On l'observe principalement en mélange avec d'autres feuillus, mais il peut également former des peuplements purs (13 % de peuplements purs, principalement observés dans le Condroz).



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : min. 5,6 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -28 °C / max. 40 °C



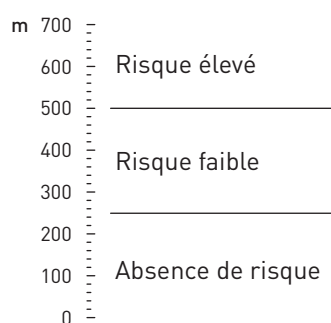
Précipitations annuelles totales : min. 700 mm



3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

Dès 250 m, le frêne commence à souffrir des gelées tardives et à partir de 350 m sa vitesse de croissance est ralentie du fait d'une période de végétation trop courte.



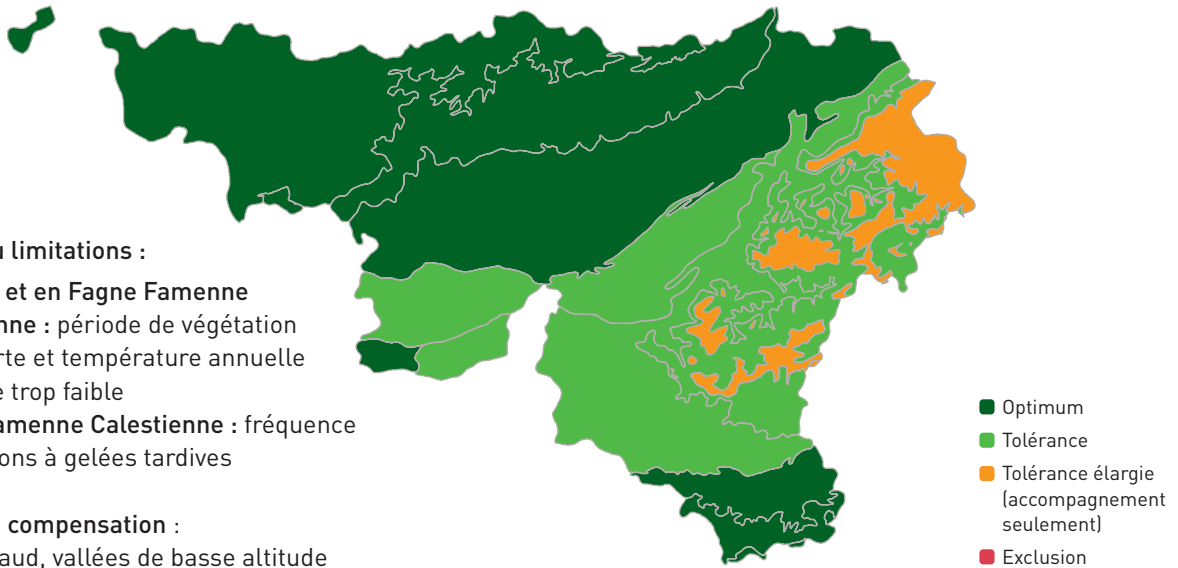
3.3 Sensibilités climatiques particulières

Risques ou limitations :

- Ardenne et en Fagne Famenne Calestienne : période de végétation trop courte et température annuelle moyenne trop faible
- Fagne Famenne Calestienne : fréquence des stations à gelées tardives

Facteur de compensation :

secteur chaud, vallées de basse altitude

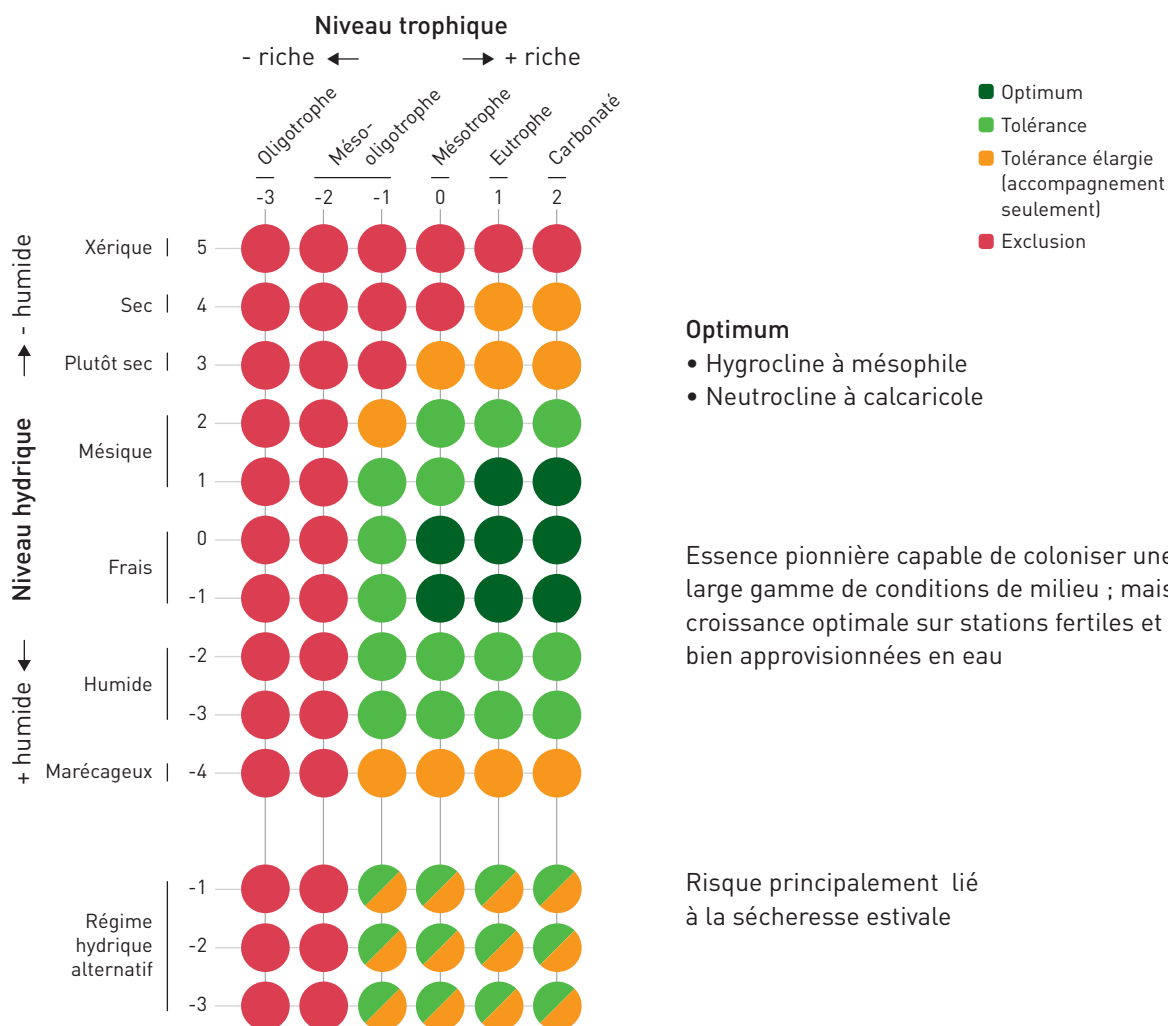


Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	TS	Destruction des jeunes tissus au moment du débourrement provoquant l'apparition de fourches sur les tiges
Adulte	TS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	S	Sensible à la sécheresse atmosphérique
Adulte	S	
Canicule		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Neige et givre		
Juvenile	S	
Adulte	S	
Vent		
Juvenile	S	Réduction de croissance, surtout les vents desséchants
Adulte	S	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : non sensible

Acidité : très sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● pH < 3,8 ou profil g	-3		Aucun	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur
Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique ● pH 3,8-4,5 ou profil f	-2			
Sol méso-oligotrophe ● pH 4,5-5	-1		Volume de sol prospectable faible (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **peu sensible** 😊

Stations en tolérance : perte de qualité du bois (cœur brun) et perte de croissance

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4	Précipitations élevées (Ardenne) Sol compact Texture lourde (E, U)	Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique
Sol marécageux à modérément humide ● Drainage g ● Drainage f, i ● Drainage e, h	-4 -3 -2		Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible** 😞

Risque principalement lié à la sécheresse estivale

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage d, h, i	-1RHA à -3RHA	Sol peu profond : phases 2 ou 3 « Argiles blanches » (sigles Gix et Ghx)* Contexte schisto-argileux de Famenne	Sol bien structuré et/ou contexte calcaire : marne, macigno, argile de décarbonatation, etc. Apport d'eau local important (microtopographie) : zone de source ou de suintement Sol limoneux profond Sol meuble	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)

* Se référer à la fiche « Sols à argiles blanches », Typologie et aptitudes stationnelles (Timal et al. 2012).

Déficit hydrique : **très sensible** 😞

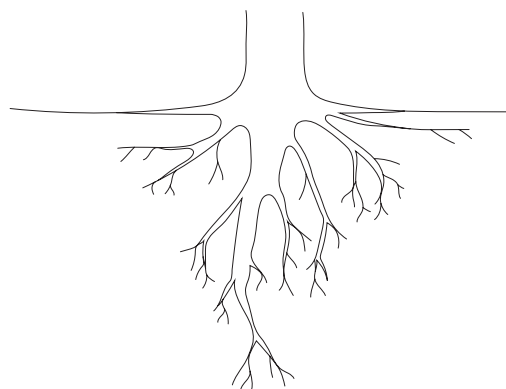
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité
Sol très superficiel ● Phase 6	5			
● Sol xérique	5			
● ● ● Sol mésique à sec	2-4	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Présence d'argile en profondeur : substrat u, développement de profil a et pour texture L, A et E, variante de matériau parental meuble y Contexte calcaire Nappe d'eau en profondeur Précipitations élevée (Ardenne)	

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Pivotant à oblique
- Profond 😊

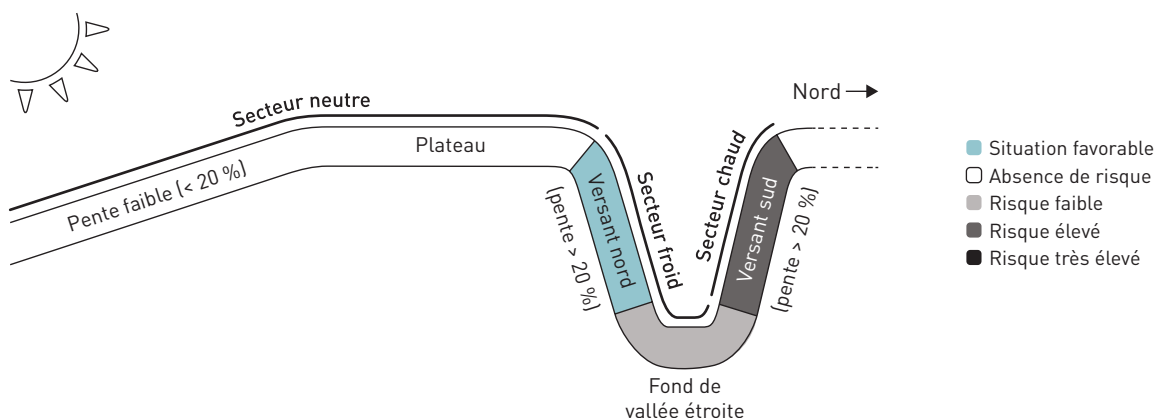


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **peu sensible**, l'engorgement du sol limite la croissance racinaire et favorise l'apparition du cœur noir
- Compacité du sol : **sensible**, s'enracine et se développe mal dans les sols compacts dès la surface

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable
Substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Test de structure (sols argileux)
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis

4.4 Effets des microclimats topographiques



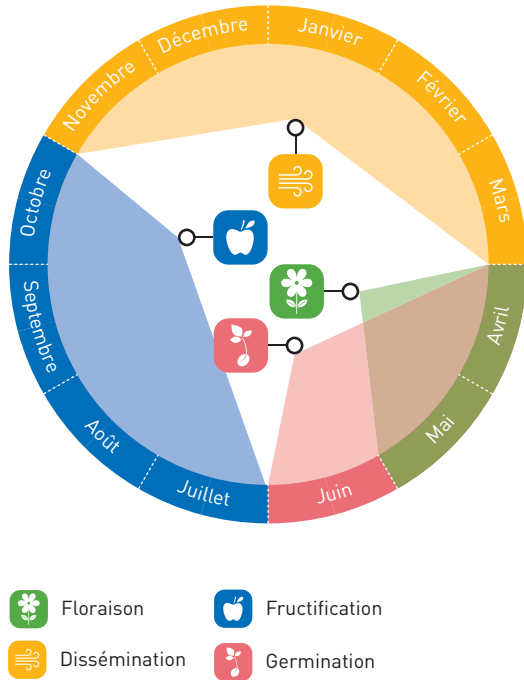
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Situation favorable. Hygrométrie élevée, brouillards.
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Gelées tardives.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Risque important de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : Juin à octobre

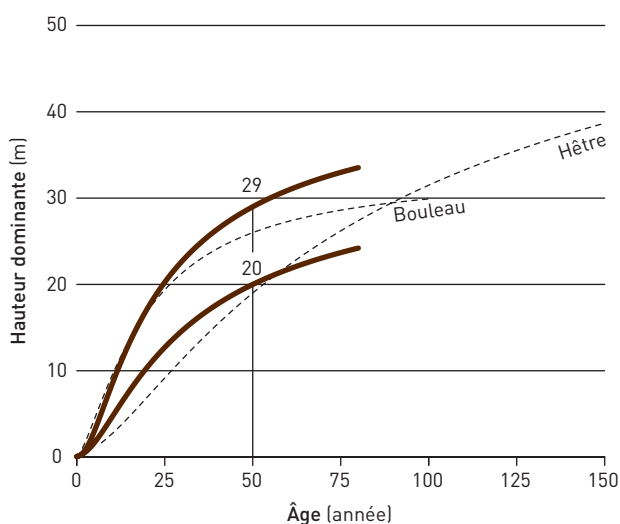
Régénération sexuée



Régénération asexuée

Le frêne possède une bonne aptitude à rejeter de souche.

5.2 Croissance et productivité



Maturité sexuelle : **30-40 ans** en peuplement mais entre 15-20 ans pour les individus isolés.

Type de fleurs : **hermaphrodites ou unisexuées.**

Localisation entre individus : **monoïque - dioïque - polygame.**

Pollinisation : **anémogamie.**

Type de fruit : **samare.**

Fréquence des fructifications : **régulières 1-3 ans.**

Mode de dissémination : **anémochorie.**

généralement, elles le font au second printemps.

La biologie florale du frêne est très complexe et cela peut avoir des conséquences en régénération naturelle. Selon certaines études, il pourrait exister des relations entre le sexe, l'importance de la fructification, la vigueur et la forme des arbres (exemple : arbres mâles plus nombreux, vigoureux mais qui hélas ne fructifient pas pour assurer la régénération naturelle). Les graines sont orthodoxes avec une dormance très profonde. En conditions artificielles, un traitement de 22 à 36 semaines (stratification chaude (20 °C) puis froide (4 °C)) est nécessaire pour lever la dormance. En conditions naturelles, beaucoup de samares ne germent pas le printemps qui suit la fructification, mais généralement, elles le font au second printemps.

Croissance : précoce, rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité (m) : 25 à 35 m.

Productivité (AMV m³/ha/an) : 5 à 8 m³/ha/an vers 40 ans (productif).

Longévité : environ 100 ans.

Exploitabilité : 50 à 80 ans (avant l'apparition du cœur noir).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

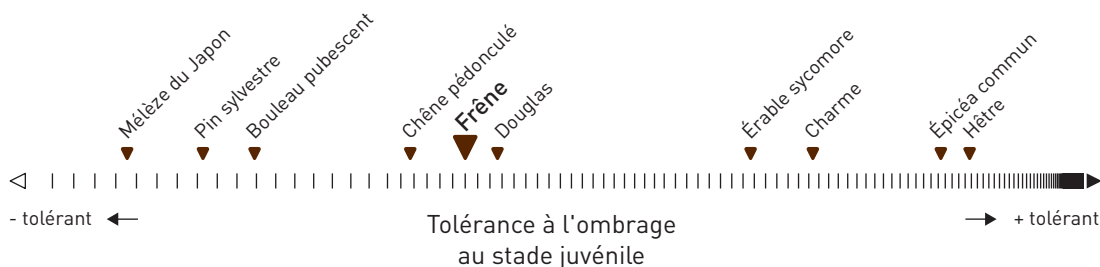
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Faible tolérance à l'ombrage.
Supporte un couvert supérieur léger uniquement pendant les premières années.

Stade adulte

Exige la pleine lumière, supporte une compétition latérale légère.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Diminution de la croissance, étiolement, mortalité
Mise en lumière brutale	Coups de soleil qui se traduisent par des brûlures d'écorce

5.4 Précautions à l'installation

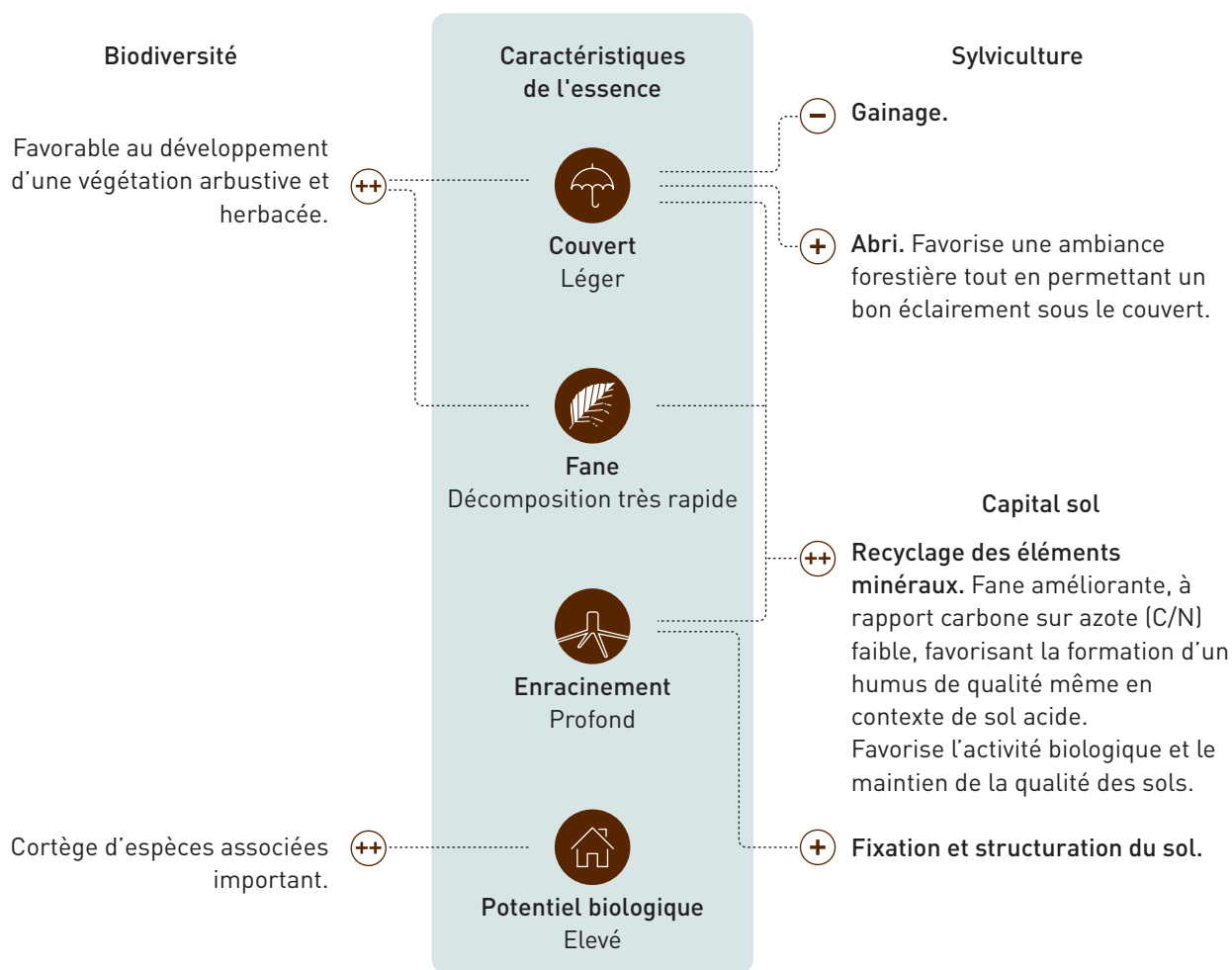
- Essence héliophile, contrôler strictement la concurrence.
- Grande sensibilité aux gelées tardives : éviter les plantations dans les stations fréquemment exposées aux gelées printanières (« trous à gelées »).
- Essence très appétante pour la grande faune.
- Essence très sensible à la mise en lumière brutale : procurer un abri latéral tout en lui ménageant un éclaircissement supérieur.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques

**Bon à savoir :**

Les feuilles constituent un bon fourrage pour les animaux. On reconnaît aux feuilles et aux fruits diverses propriétés thérapeutiques.

5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Cœur brun	Coloration anormale du bois apparaissant sur les arbres âgés (dès 60-70 ans) ; favorisée par une humidité trop importante de la station	Choix d'une station de qualité : bien approvisionnée en eau mais sans excès, fertile Sylviculture dynamique
Fibre torse	Génétique	Élimination des sujets trop défectueux

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Forte	
Écorcement	Forte	L'espèce peut être sujette au rongement d'écorce par les lièvres et lapins
Frottage	Forte	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

La chalarose

Hymenoscyphus fraxineus, forme asexuée = *Chalara fraxinea*

Site d'attaque : parties aériennes de l'arbre (rameaux, feuilles, tronc).

Symptômes et dégâts : chute prématurée du feuillage, nécrose des rameaux de teinte souvent orangée et de forme angulaire, chancre sur tronc à l'embranchement d'un gourmand (site d'infection), nécrose à la base de l'arbre (en forme de triangle), coloration noire / brune du bois. Maladie conduisant rapidement à la mort de l'arbre.

Conditions : toutes les classes d'âge sont touchées, la maladie se développe dans toute l'aire de répartition du frêne (très grande adaptabilité du pathogène).

Caractère : primaire – caractère épidémique.

Risque : pour le peuplement (transmission de la maladie par voie aérienne sur de longues distances).

Conséquence : perte de vigueur et affaiblissement. Dépérissement et mortalité.

Le chancre bactérien

Pseudomonas savastanoi pv. fraxini

Site d'attaque : rameaux/tronc.

Symptômes et dégâts : nécroses évoluant en tumeurs sur l'écorce des branches, des rameaux et du tronc. En début de saison, en conditions humides, présence d'un exsudat de teinte jaune (inoculum bactérien) au niveau de la nécrose. Flétrissement de la couronne en cas d'attaque sévère.

Conditions : bactéries dispersées par la pluie qui nécessitent une porte d'entrée au niveau de l'écorce (lenticelles, blessures naturelles ou plaies de taille). Les attaques surviennent généralement sur arbres affaiblis dans des sites humides.

Caractère : secondaire – moyennement fréquent.

Risque : pour l'arbre – parfois au niveau du peuplement en sites humides.

Conséquence : Altération de la qualité technologique des grumes.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent - généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

**Insectes****Hylésine du frêne***Leperesinus varius*

Site d'attaque : tronc, écorce.

Symptômes et dégâts : galeries en échelle horizontale dans le phloème, chute d'écorce par plaques.

Conditions : arbres affaiblis ou morts. Spécifique du frêne.

Caractère : secondaire, sur bois abattus ou très affaiblis. Récurrent.

Risque : -

Conséquences : pas d'effet notoire.

Cossus gâte bois*Cossus cossus*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier. Grosses chenilles rougeâtres.

Conditions : arbres affaiblis. Attaque de nombreux feuillus.

Caractère : faiblesse. Notamment arbres de bords de route.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Zeuzère*Zeuzera pyrina*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier

Conditions : arbres affaiblis. Attaque de nombreux feuillus.

Caractère : faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus .

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Problématiques émergentes**Bupreste émeraude***Agrilus planipennis*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries en zigzag dans l'aubier.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : primaire. Originaire d'Asie. Pullule actuellement en Amérique du Nord. Également en extension en Russie où il atteint les frontières de l'Ukraine et du Belarus (2015).

Risque : individuel.

Conséquences : mort des arbres.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		
Utilisations extérieures		Bois non durable
Utilisations intérieurs	✓	Très utilisé en menuiserie intérieure et ébénisterie, notamment pour les pièces cintrées
Usages spécifiques	✓	Tranchage, déroulage, tournerie. Bonne aptitude au cintrage Très bon bois de feu

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☹️

L'eau constitue un facteur clé dans l'autécologie du frêne, dans la mesure où l'espèce requiert un approvisionnement qui soit à la fois constant et sans excès.

Le frêne est en effet un grand consommateur d'eau. Il souffre rapidement du stress hydrique en cas d'alimentation en eau déficitaire, ce qui le rend vulnérable dans la perspective d'une augmentation des sécheresses printanières ou estivales.

À l'inverse, la qualité des frênaies décroît rapidement en cas d'humidité du sol très marquée. L'augmentation éventuelle des précipitations hivernales constituerait donc un facteur défavorable dans les stations les plus contraignantes en terme d'engorgement hivernal.

À l'avenir, la sylviculture du frêne devrait donc être favorisée sur les stations dans lesquelles l'espèce rencontre actuellement ses conditions optimales de croissance.

9 Références majeures

- Claessens H., Thibaut A., Lecomte H., Delecour F., Rondeux J., Thill A. (1994). **Le frêne en Condroz. Stations et productivité potentielle.** Faculté de sciences agronomiques de Gembloux, 119 p.
- Claessens H. (1996). **Le frêne, un bois noble et précieux.** Forêt Wallonne 28 : 10-13.



Wallonie
environnement
SPW

UCLouvain
Earth and Life Institute

LIÈGE université
Gembloux
Agro-Bio Tech

FORÊT
•NATURE



Hêtre commun

Buche^{DE}, Beuk^{NL}, Common beech^{EN}

Fagus sylvatica L.

HÊTRE

1 Résumé

1.1 Atouts

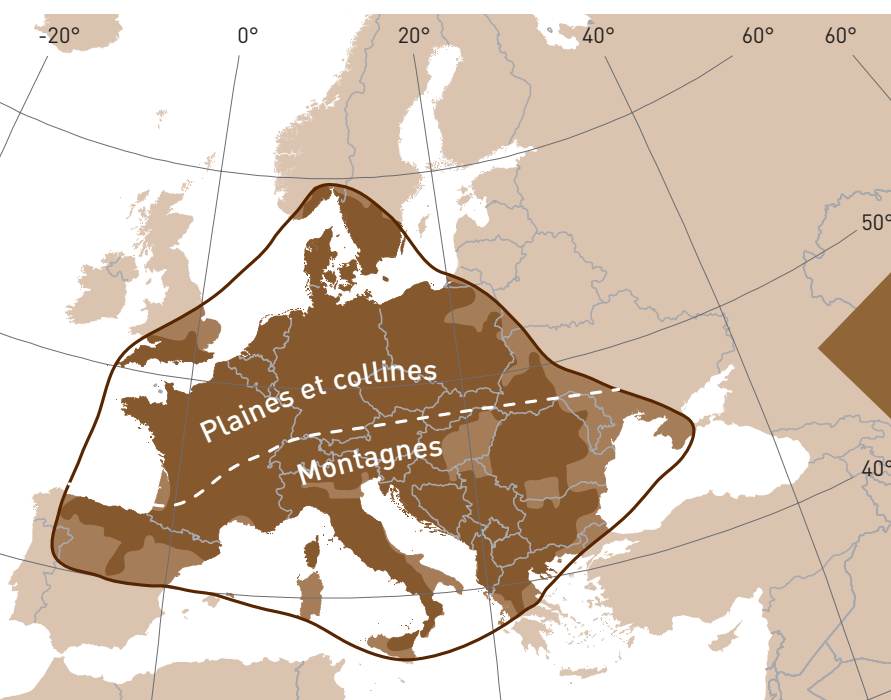
- Essence à **large amplitude trophique**, le hêtre est capable de coloniser un grand nombre de milieux, des stations calcaires à très acides.
- **Régénération aisée**, les semis sont abondants et se développent dans un premier temps sous le couvert, sans obligation de mise en lumière directe.
- **Peu apprécié** par la faune sauvage.
- Croissance tardive mais soutenue, fournissant un **bois de bonne qualité**, apte à une grande diversité d'usages en menuiserie.

1.2 Limites

- Grande sensibilité de l'enracinement aux **contraintes physiques** et **hydriques**, prédisposant l'essence aux chablis de vent :
 - ne tolère pas les sols engorgés,
 - les sols de faible profondeur, mal structurés ou présentant un horizon compact constituent d'importants facteurs de risque.
- Très sensible aux **canicules**, aux **sécheresses estivales** et au **manque d'eau** en général. 😞
- Sa double sensibilité aux sols engorgés et à la sécheresse rendent l'essence peu apte à se développer sur station à **régime hydrique alternatif**.
- Grande sensibilité aux **gelées tardives**.
- Essence à risque dans le contexte des **changements climatiques**. 😞

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Essence indigène en Belgique. Distribution européenne à tendance subatlantique. Au nord de son aire de répartition, le hêtre occupe les zones de plaines et de collines tandis que dans le sud de l'Europe, il est exclusivement montagnard.

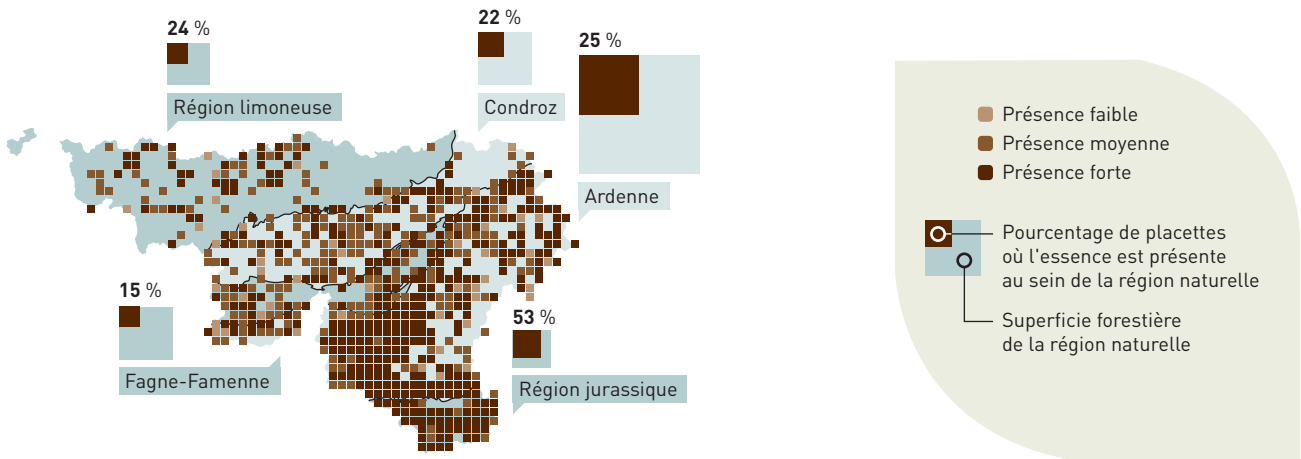
- Aire principale
- Présence ponctuelle

- ☺ Atout face aux changements climatiques
- ☹ Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Le hêtre est présent sur 25 % des surfaces forestières inventoriées de la forêt wallonne. Il constitue la troisième essence forestière, en termes de volume et de surface, derrière l'épicéa et les chênes indigènes.

Il s'agit d'une essence de futaie, très sociale. En Wallonie, l'essence s'observe seule ou en mélange (34 % de peuplements purs parmi les peuplements inventoriés). Elle forme par endroits des massifs très étendus, dont les principaux se concentrent en Gaume, ainsi que sur les piedmonts du sud et de l'ouest de l'Ardenne.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

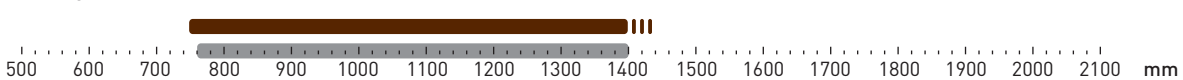
Température annuelle moyenne : 3 à 12 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -28 °C / max. 41 °C



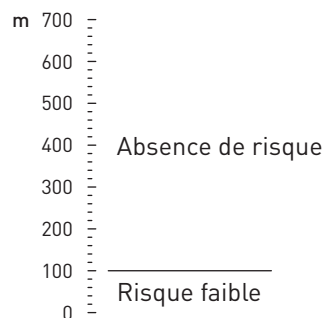
Précipitations annuelles totales : min. 750 mm



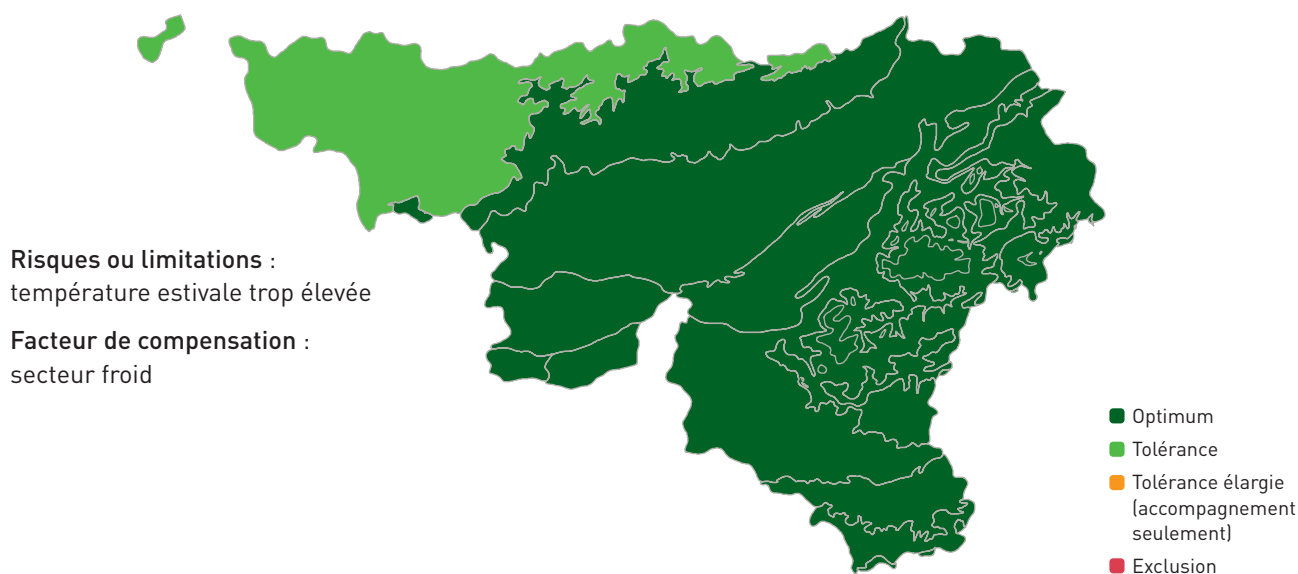
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

En dessous de 100 m, l'espèce commence à souffrir d'une température estivale trop élevée, combinée à de faibles précipitations.



3.3 Sensibilités climatiques particulières

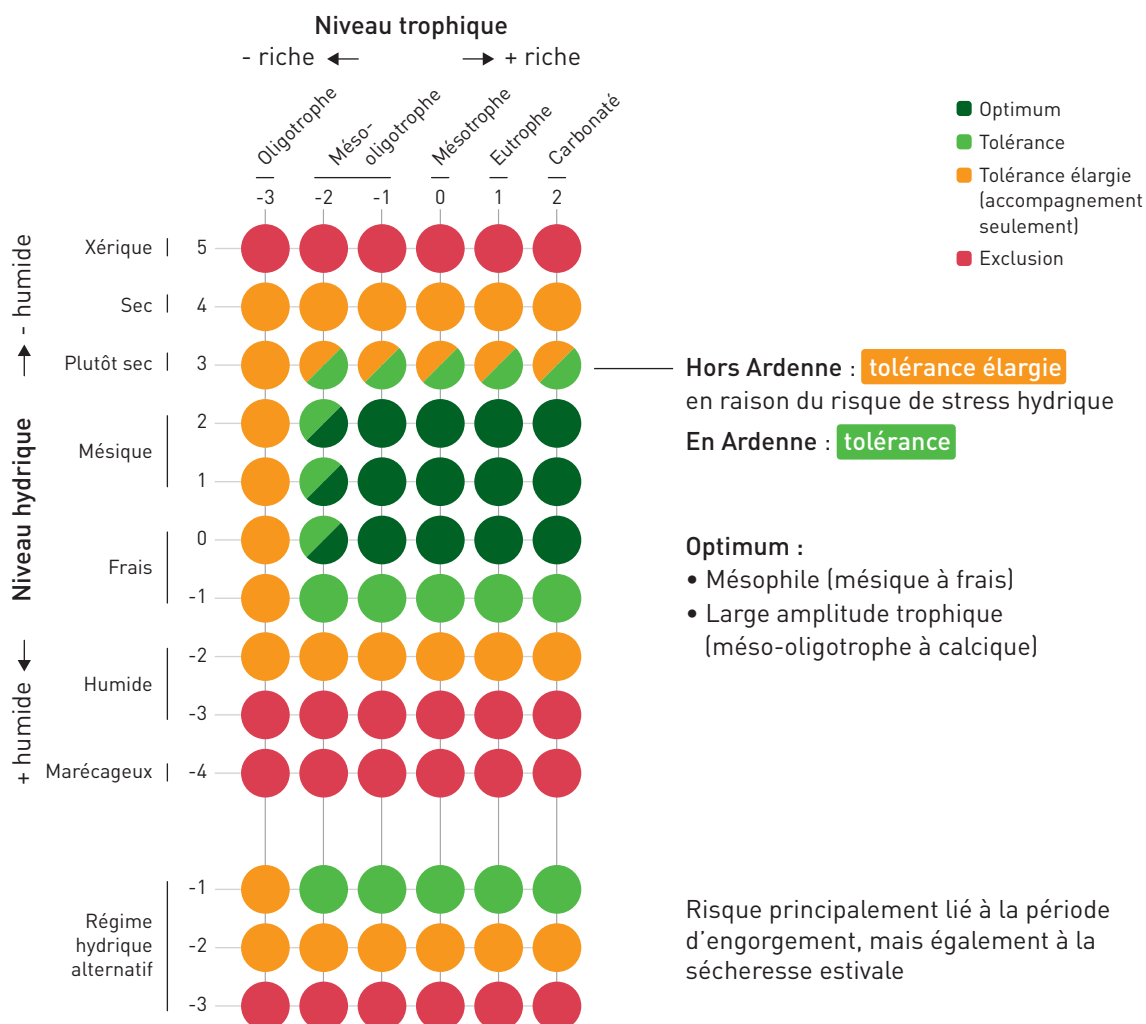


Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	TS	Dégâts aux semis et jeunes plantations exposés
Adulte	S	Dégâts aux pousses conduisant à la formation de fourches
Tous stades		Le débourrement hâtif du hêtre l'expose à ce facteur, avec un impact variable selon les provenances
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	TS ☹️	Dégâts aux semis au moment de leur installation, par dessèchement
Adulte	TS ☹️	Limite son développement sur les stations sèches (versant sud ou sol superficiel)
Canicule		
Juvenile	TS ☹️	Dégâts aux semis par dessèchement
Adulte	TS ☹️	Jaunissements, dessèchements, pertes de feuilles, descente de cime et mortalité de branches
Neige et givre		
Juvenile	S	Maintenus en densité élevée, les jeunes sujets issus de régénération naturelle peuvent être endommagés, en particulier par les neiges tardives et collantes (arrachements des branches et écrasements)
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	S	Dessèchement
Adulte	S	Sujet aux chablis surtout lorsque l'enracinement est limité dans les 50 cm de profondeur (sols superficiels). Les arbres fourchus éclatent plus facilement sous l'action du vent

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **non sensible** si provenance calcicole
(diagnostic complémentaire : test HCl sur terre fine et mesure du pH).

Acidité : peu sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● pH < 3,8 ou profil g	-3	Volume de sol prospectable réduit	Substrat minéralogiquement riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH (en surface et en profondeur)
Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique ● pH 3,8-4,5 ou profil f	-2			

NT : niveau trophique

Dans le niveau trophique 2 : risques de déficiences nutritionnelles. Il est recommandé d'effectuer des analyses foliaires et des analyses de sols.

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **très sensible** 😞

Stations en tolérance : incapacité d'enracinement

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f, i	-4 -3		Aucun	
Sol modérément humide ● Drainage e, h	-2	Sol compact Précipitations élevées (Ardenne)	Profondeur d'apparition du pseudogley > 60-70 cm Hydromorphie non fonctionnelle	
Sol frais ● Drainage d	-1	Texture lourde (E, U) hors contexte calcaire	Sol meuble ou bien structuré	Tests de texture, de structure et de compacité

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** 😞

Risque principalement lié à l'engorgement hivernal, mais également sensible au déficit hydrique estival

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)
● Drainage h	-2 RHA	Sol peu profond : phases 2 ou 3 « Argiles blanches » (sigles Ghx)*	Sol bien structuré, principalement en contexte calcaire : marne, magnésio, argile de décarbonatation... Sol meuble	
● Drainage d	-1 RHA	Texture lourde (E, U) hors contexte calcaire	Profondeur d'apparition du pseudogley > 60-70 cm (pour le drainage d) Ressuyage rapide au printemps	

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).Déficit hydrique : **sensible** 😞

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5			Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité
● Sol très superficiel Phase 6	5		Aucun	
● Sol xérique	5			
● Sol plutôt sec à sec	3-4	Précipitations faibles (hors Ardenne) Versant chaud** Sol compact	Précipitations élevées (Ardenne) Socle rocheux fissuré Hygrométrie élevée** (versant froid, fond de vallée encaissée)	

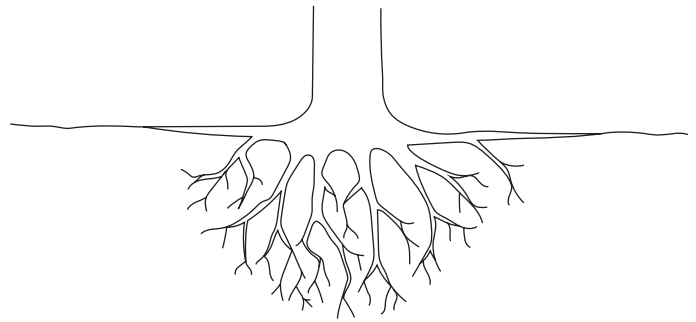
NH : niveau hydrique

** Essence à affinité montagnarde

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Oblique
- Moyennement profond

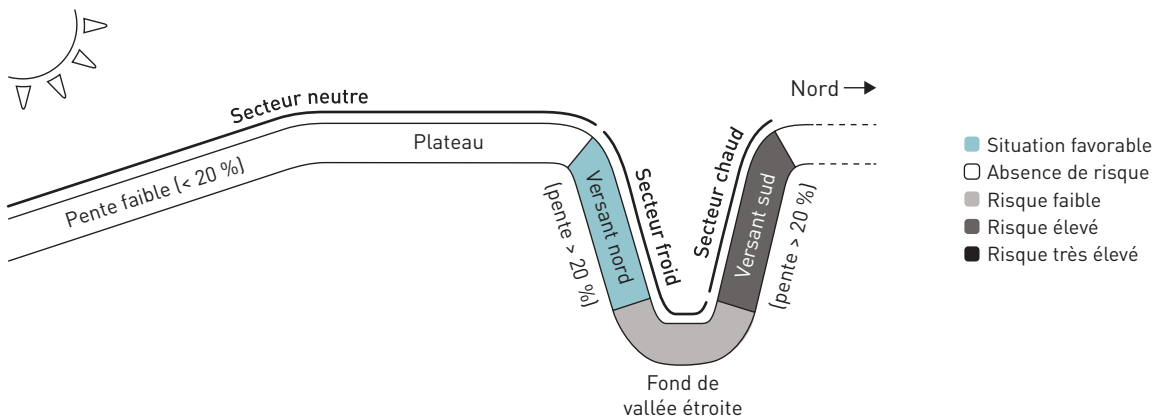


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **très sensible**, 😞 ne pénètre pas les horizons, même temporairement engorgés.
- Compacité du sol : **très sensible**, ne pénètre pas les horizons compacts à structure massive.

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E certains A compacts	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable
substrat u		u profond (> 70 à 80 cm)	Test de structure (pour les sols argileux)
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a profonds (> 70 à 80 cm)	Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis

4.4 Effets des microclimats topographiques



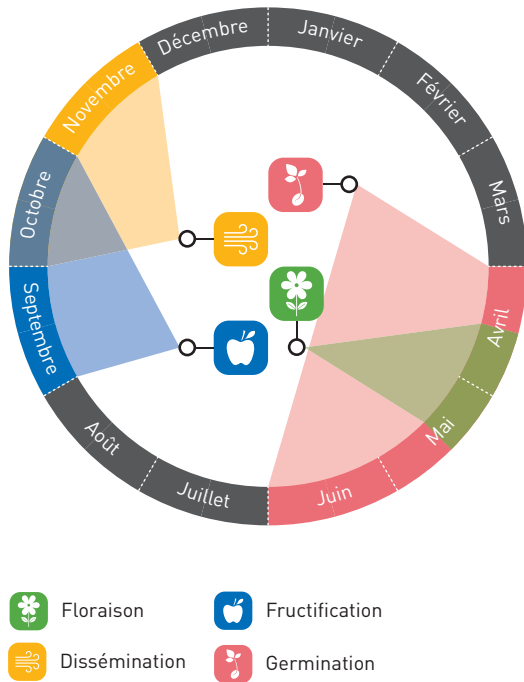
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Situation favorable. Hygrométrie élevée, brouillards (essence submontagne).
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Gelées tardives.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Risque de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée. Hygrométrie insuffisante. Excès de température estivale.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : mi-avril à début novembre.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : **60-80 ans** en peuplement et 40-50 ans pour les individus isolés.

Type de fleurs : **unisexuées**.

Localisation entre individus : **monoïque**.

Pollinisation : **anémogamie**.

Type de fruit : cupule contenant 3-4 **akènes** (faines).

Fréquence des fructifications : fainées généralisées tous les **3 à 7 ans** et fainées partielles ou locales utilisables pour la régénération tous les **2 à 5 ans**.

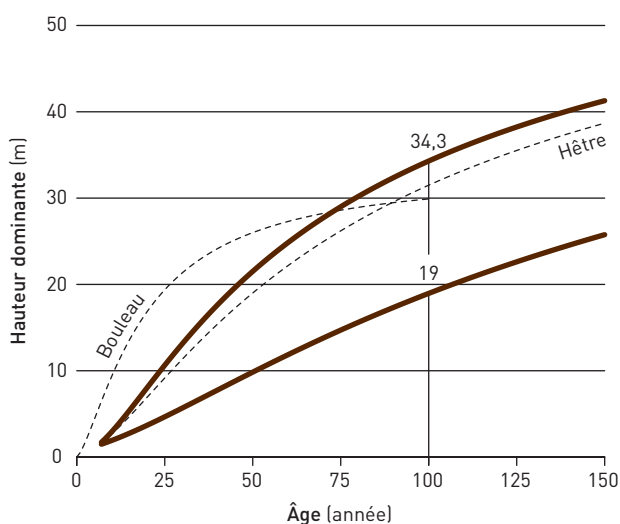
Mode de dissémination : **barochorie, zoochorie**.

Les graines sont intermédiaires et avec une dormance profonde. La conservation de graines sèches sur plusieurs années est difficile et aléatoire. En forêt, la dormance se lève au cours de l'hiver et elles ne peuvent pas persister, sans germer, plus longtemps dans le sol (pourriture et déprédation). En conditions artificielles, une stratification froide humide (+3°C) de 5 à 15 semaines est nécessaire pour lever la dormance.

Régénération asexuée

Multiplication végétative rare mais possibilité de marcottage. En Wallonie, le hêtre rejette mal de souche, excepté en milieu calcaire et chaud (Caestienne).

5.2 Croissance et productivité



Croissance : tardive, moyenne et soutenue.

Hauteur à maturité : environ 25 à 40 m. En Wallonie les plus hauts sujets mesurés atteignent 52 m, en forêt de Soignes.

Productivité (AMV) : 4 à 10 m³/ha/an vers 150 ans (productif).

Longévité : environ 200 ans en Wallonie, jusqu'à 300 ou 400 ans sous climat continental.

Exploitabilité : 80 à 120 ans (avant l'apparition du cœur rouge).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

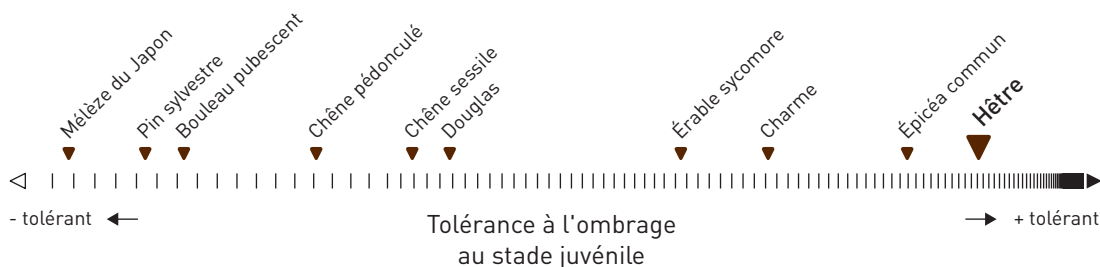
Tolère l'ombrage.

Supporte un éclaircissement faible mais réagit très bien à la mise en lumière en termes de croissance.

Stade adulte

Tolère l'ombrage.

Supporte une mise en lumière brutale pour autant que le tronc soit protégé.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Port diffus et tendance à la fourchaison, branchaison grossière et orthotrope
Faible	Perte de dominance apicale dans le jeune âge
Mise en lumière brutale	Très bon développement du houppier Développement de gourmands et nécrose de l'écorce (coup de soleil)

5.4 Précautions à l'installation

Espèce fragile

- Éviter les plantations en plein découvert (grandes mises à blanc ou terres agricoles), favoriser un abri latéral ou vertical afin de limiter l'impact des gelées tardives et les risques de dessiccation.
- Nécessite une densité suffisante pour gérer la forme.

En régénération naturelle

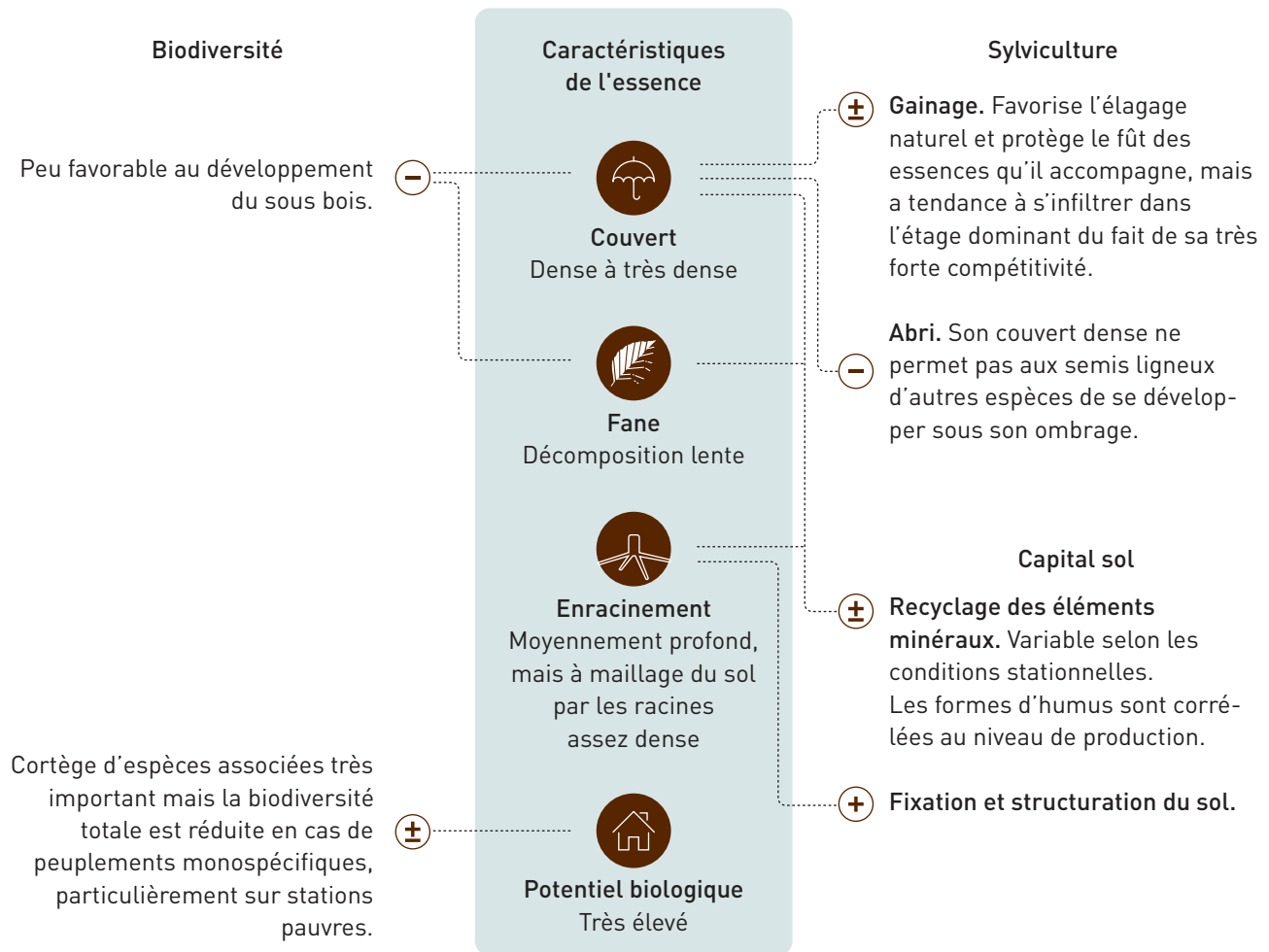
- Éviter l'accumulation d'humus non décomposé et le tassement des horizons superficiels.
- Favoriser les activités biologiques dans le sol par la conduite judicieuse des éclaircies et le mélange d'essences.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Cœur rouge	Cause initiale mal connue. Coloration qui semble être due à l'oxydation de produits organiques à partir d'une zone où la circulation d'air est possible (fentes). S'observe surtout sur arbres âgés ou blessés.	Exploitation avant l'apparition du cœur rouge (risque élevé à partir de 120 ans)
Fibre torse	Forte prédisposition génétique	Choix approprié des provenances, élimination des sujets défectueux en éclaircie
Fourche	Prédisposition génétique. Relation avec la disponibilité en lumière et le polycyclisme. Gelées tardives et autres accidents ponctuels.	Choix approprié des provenances. Dosage approprié de l'éclaircissement et de la densité des peuplements. Éviter les plantations en plein découvert. Éviter les « trous à gelées ».
Coup de soleil sur le tronc	Ensoleillement direct du tronc des arbres isolés ou en lisière, qui provoque fissuration et détachement de l'écorce par plaques	Éviter la mise en lumière brutale

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroustissement	Faible	De manière générale, le hêtre est une essence peu recherchée par la faune. Des dégâts pourront cependant apparaître en condition de surpopulation.
Écorcement	Moyenne	
Frottage	Faible	Les dégâts sur hêtre sont particulièrement dommageables, car la cicatrisation de l'essence est quasiment nulle.

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

Le chancre du hêtre (*Neonectria ditissima*)

Site d'attaque : tronc et branches.

Symptômes et dégâts : nécrose brune déprimée puis déformation en fuseau (« col de naja »).

Conditions : stations fertiles.

Caractère : primaire, peu fréquent.

Risque : hérédité du caractère de sensibilité au chancre.

Conséquence : mortalité de jeunes sujets, diminution de la qualité technologique du bois.

La maladie de l'écorce du hêtre (*Neonectria coccinea*)

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : nécroses cambiales et suintements par taches sur le tronc puis fructifications oranges sur l'écorce.

Conditions : souvent associé à la cochenille du hêtre (*Cryptococcus fagisuga*).

Caractère : secondaire, peu fréquent.

Risque : peu de risque de dispersion (*Cryptococcus fagisuga* toutefois à contrôler).

Conséquence : dépréciation du bois suite à la colonisation par des champignons lignivores secondaires, mortalité possible d'arbres adultes.

Phytophthora spp. Plusieurs espèces de *Phytophthora* dont *P. cambivora*, *P. plurivora* et *P. cactorum*.

Site d'attaque : racines fines.

Symptômes et dégâts : destruction des racines, taches noires parfois suintantes sur le tronc, dégarnissement du houppier (dépérissement).

Conditions : sols hydromorphes.

Caractère : primaire ou secondaire, peu à moyennement fréquent.

Risque : dispersion du pathogène via l'eau libre dans le sol.

Conséquence : dépérissement et mortalité possible d'arbres adultes (souvent en association avec d'autres facteurs de stress).

L'amadouvier (*Fomes fomentarius*)

Site d'attaque : tronc et branches.

Symptômes et dégâts : pourriture fibreuse du bois évoluant lentement ; sur le tronc, carpophores pérennes en forme de sabot de cheval.

Conditions : contamination via blessures ou fissuration de l'écorce.

Caractère : secondaire, fréquent.

Risque : propagation à d'autres individus présentant blessures ou fissuration de l'écorce.

Conséquence : perte de valeur commerciale.

La pourriture des faines (*Rhizoctonia solani*)

Site d'attaque : faines.

Symptômes et dégâts : altération des cotylédons, pourriture des faines, problème d'émergence.

Conditions : -

Caractère : primaire, peu fréquent.

Risque : contamination de lots de graines.

Conséquence : perte de régénération.

L'armillaire (pourridié racinaire) (*Armillaria spp.*)

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire, fréquent.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

La « maladie du hêtre »

La « maladie du hêtre » affectant de nombreuses hêtraies ardennaises et observée au début des années 2000 en Wallonie est une problématique phytosanitaire complexe, faisant intervenir à la fois des événements climatiques exceptionnels, des attaques au niveau du tronc par des insectes xylophages (scolytes) et des infections subséquentes par des champignons vasculaires et lignivores. Les mortalités sur arbres adultes peuvent être importantes et le risque pour le peuplement est majeur.

Problématiques émergentes

Phytophthora ramorum

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : chancre suintant sur tronc, destruction du cambium, dépérissement.

Conditions : mélèzes ou rhododendrons infectés à proximité.

Caractère : primaire, absent en forêt (organisme réglementé).

Risque : propagation rapide à partir de mélèzes ou rhododendrons infectés.

Conséquence : risque de mortalité à l'échelle du peuplement.



Insectes

Trypodendron domesticum (*T. signatum*)

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : trous de pénétration, sciure blanche, taches sombres dans l'aubier.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants ; peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : secondaire, fréquent, parfois dommageable.

Risque : individuel, possibilité d'extension par taches.

Conséquence : dévalorisation du bois.

Xylébore disparate (*Xyleborus dispar*)

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : galeries et chambres larvaires dans l'aubier.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants.

Peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : faiblesse, sporadique et parfois critique.

Risque : individuel.

Conséquence : dévalorisation du bois.

Lymexylon dermestoides

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : petits amas de sciure tassée sous l'écorce, à l'endroit du trou de pénétration dans le bois.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants.

Peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : secondaire, sporadique, parfois dommageable.

Risque : individuel, possibilité d'extension par taches.

Conséquence : dévalorisation du bois.

Cochenille du hêtre (*Cryptococcus fagi*)

Site d'attaque : écorce, tronc et branches.

Symptômes et dégâts : flocons blancs devenant noirâtres sur l'écorce, puis soulèvement de celle-ci et formation de croûtes et écoulements.

Conditions : associé au champignon *Nectria coccinea*.

Caractère : faiblesse, sporadique et dispersé.

Risque : individuel, possibilité d'extension par taches.

Conséquence : peut entraîner la mort.

Petit scolyte du hêtre (*Taphrorychus bicolor*)

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : trous de pénétration, sciure rougeâtre.

Conditions : arbres morts ou mourants.

Caractère : secondaire, fréquent mais bénin.

Risque : individuel.

Conséquence : pas d'effet notable.

Problématiques émergentes

Xylosandrus germanus

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier ; bâtonnets de sciure blanche « cigarettes » sortant de l'orifice des galeries.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants ; peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : faiblesse, invasif (originaire d'Asie). En extension géographique. Largement présent en Région bruxelloise, sporadique en Wallonie.

Risque : individuel.

Conséquence : dévalorisation du bois.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		Bois non durable naturellement (classe 5)
Utilisations extérieures		
Utilisations intérieures	✓	Meubles, escaliers
Usages spécifiques		Très bonne aptitude au cintrage. Tranchage et déroulage. Essence la plus utilisée pour les articles ménagers, jeux, jouets, petits objets divers. Bon bois de feu

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☹️

La sensibilité du hêtre aux sécheresses printanières et/ou estivales et aux canicules le prédispose à souffrir des épisodes chauds et secs en saison de végétation, et cela d'autant plus que la station est exposée : basse altitude, versants sud accusés. Sa sensibilité aux aléas climatiques est renforcée par la faiblesse de son enracinement en présence de contraintes physiques (sols

de faible profondeur ou présentant un obstacle tel que l'hydromorphie temporaire ou la compacité).

Le hêtre est donc une essence vulnérable dans un contexte de changements climatiques, et il conviendra d'être particulièrement prudent dans le choix de la station.

9 Références majeures

- Gérard A. (coord.) (2002). **Le hêtre autrement**. Institut pour le développement forestier, Paris, 262 p.
- ONF (2005). **Le hêtre en Lorraine. Guide des sylvicultures**. ONF, Nancy, 88 p.
- Teissier du Croz E. (1981). **Le hêtre**. INRA. Paris, 613 p.
- ONF (2007). **Gestion des hêtraies dans les forêts publiques françaises**. Rendez-vous techniques de l'ONF, hors-série n° 2, 112 p.



Wallonie
environnement
SPW

UCLouvain
Earth and Life Institute

LIÈGE université
Gembloux
Agro-Bio Tech

FORÊT
•NATURE



Noyer hybride

Juglans X intermedia Carr. Var *Vilmoreana*

1 Résumé

1.1 Atouts

- En bonne station, **feuillu très productif**, plus que ses deux espèces parents, mais propriétés du bois très similaires : **haute qualité et de grande valeur**, souvent destiné aux usages les plus nobles.
- **Enracinement** potentiellement **très profond et puissant** en bonne station, très favorable à la structuration et la protection du sol. 😊

1.2 Limites

- Assez **exigeant en chaleur** et à d'autres facteurs climatiques : **gels hors saison, grand froid hivernal, vent**.
- **Exigeant tant d'un point de vue hydrique que trophique, bien que plus plastique que ses deux espèces parents** (meilleures performances sur stations à réserve en eau moyenne, acidocline). 😞
- Enracinement très sensible à l'**anaérobiose, comme à la compacité**. Tolère très mal les sols **argileux mal structurés, massifs, engorgés**.
- **Héliophile, exigeant en espace vital, et tendance moyenne à la phototropie**.
- **Sylviculture délicate** : demande des soins particulièrement attentifs lors de l'installation et un suivi très régulier de la plantation.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle

Obtenu par croisement d'un noyer noir femelle et d'un noyer commun mâle. Le spécimen le plus ancien issu d'un croisement aurait été obtenu par la famille Vilmorin en 1815, à Paris.

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

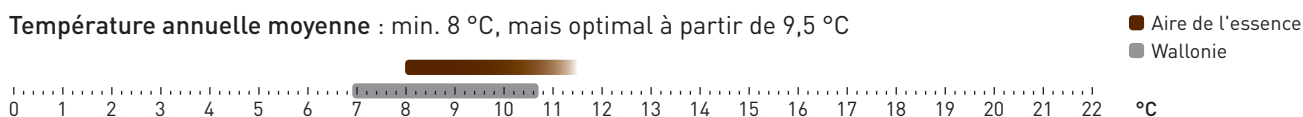
2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Le genre *juglans* est rare en forêt wallonne : moins de 1 % de taux de présence sur les placettes de l'IPRFW, pour les trois espèces de noyers confondues (commun, noir, hybride). Ils se présentent de manière disséminée dans les futaies feuillues mélangées.

3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

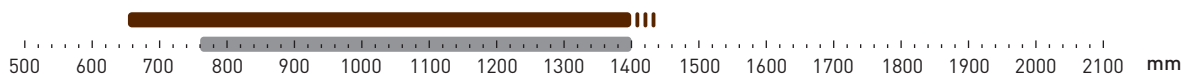
Température annuelle moyenne : min. 8 °C, mais optimal à partir de 9,5 °C



Températures minimale et maximale absolues : plus résistant au froid que le noyer commun

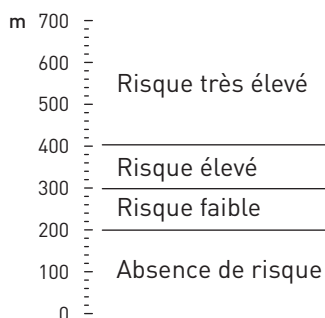


Précipitations annuelles totales : min. 650-700 mm

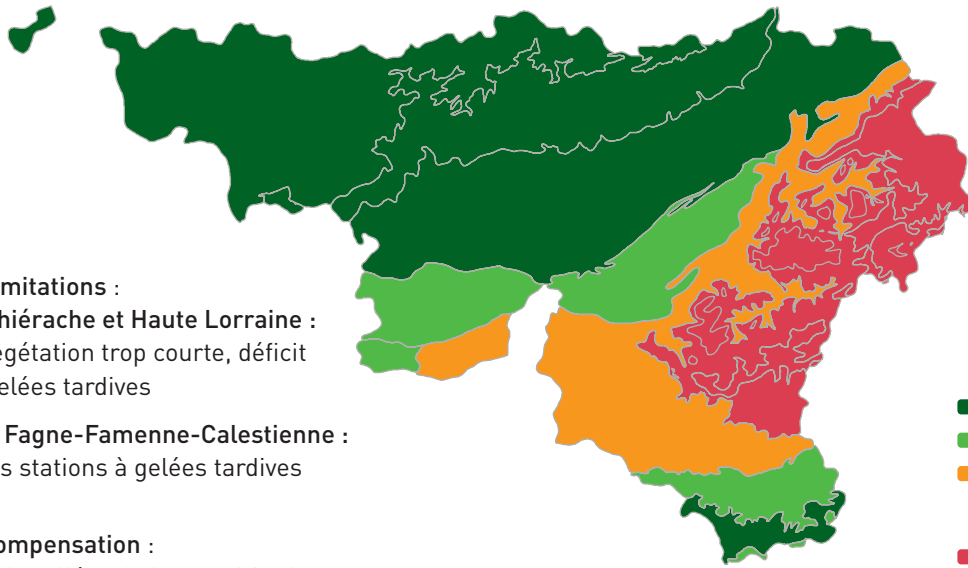


3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude



3.3 Sensibilités climatiques particulières



Risques ou limitations :

- Ardenne, Thiérache et Haute Lorraine : période de végétation trop courte, déficit de chaleur, gelées tardives
- Ardenne et Fagne-Famenne-Calestienne : fréquence des stations à gelées tardives

Facteur de compensation :

secteur chaud , vallées de basse altitude

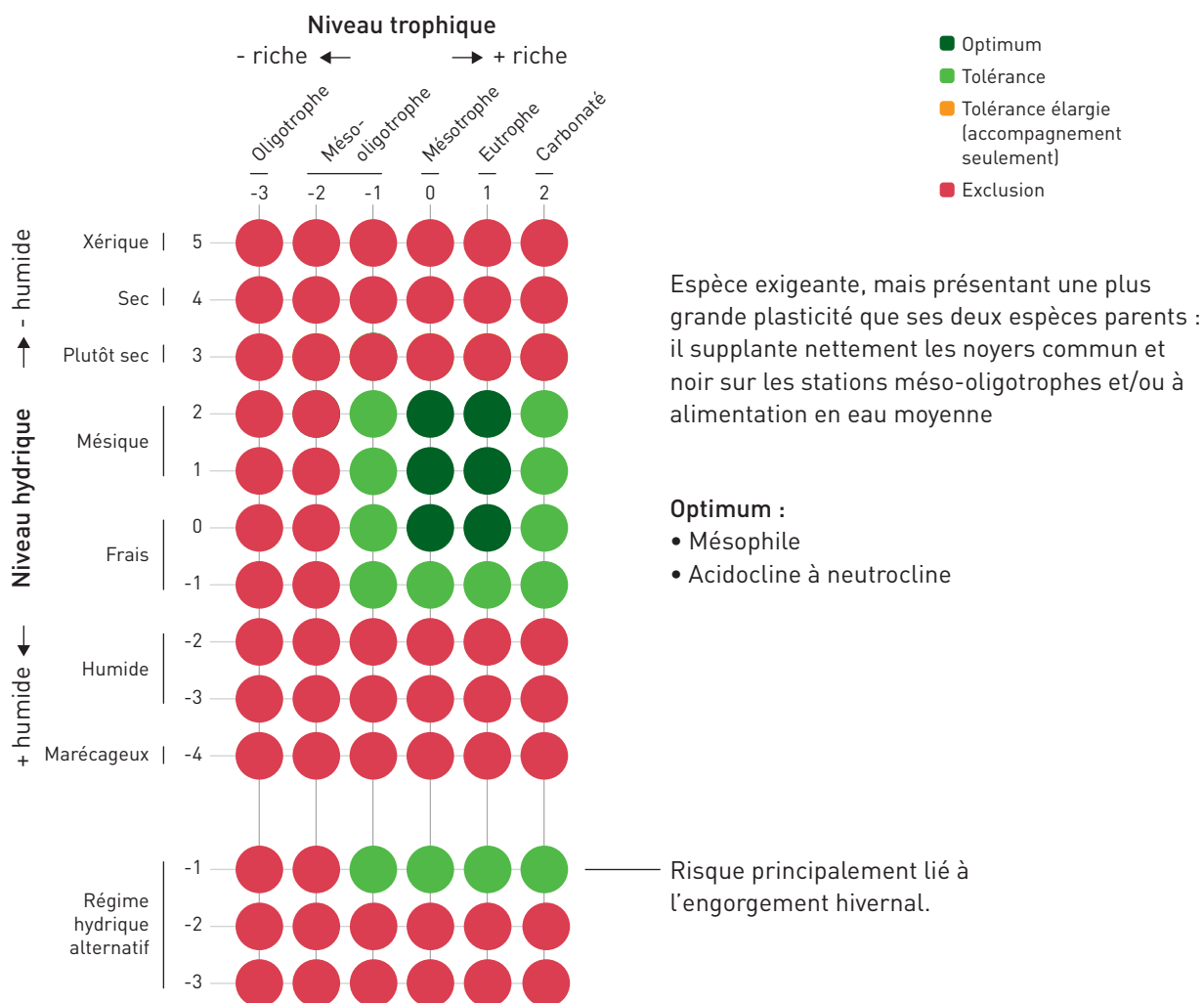
- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	S	Serait moins sensible que les deux espèces parents . Comme pour tous les noyers, éviter néanmoins les trous à gelées.
Adulte	S	
Gelée précoce		
Juvenile	S	Serait assez similaire au noyer noir (moins sensible que le noyer commun)
Adulte	S	
Sécheresse		
Juvenile	S	D'un point de vue climatique, sa capacité de résistance à des épisodes de sécheresse semble moyenne, intermédiaire à celle de ses deux parents .
Adulte	S	
Canicule		
Juvenile	PS 😊	Tolérant aux fortes chaleurs, sous condition d'un approvisionnement en eau suffisant
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	S	Sensibilité proche du noyer commun , meilleure que le noyer noir. Au stade jeune surtout, risque de déformation de tronc, ralentissement de la croissance et dépréciation du bois. Eviter les stations très exposées, prévoir un abri latéral.
Adulte	S	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **sensible**

(diagnostics complémentaires : test HCl sur terre fine et mesure du pH)

Acidité : **très sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Podzol ou sol oligotrophe ● pH < 3,8 ou profil g	-3			Sondage pédologique
Sol à tendance podzolique ou méso-oligotrophe ● pH < 4,5 ou profil f	-2		Aucun	
Sol méso-oligotrophe ● pH 4,5-5	-1	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **très sensible** ☹️

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4		Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif
Sol marécageux à modérément humide ● Drainage g ● Drainage f, i ● Drainage e, h	-4 -3 -2			
Sol frais ● Drainage d	-1			
		Précipitations élevées (Ardenne) Texture fine (E, U) et/ou sol compact	Profondeur d'apparition des taches d'hydromor- phie > 60-70 cm (cas du drainage d)	Sondage pédologique

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** ☹️

Risque principalement lié à l'engorgement hivernal

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3RHA	Contexte schisto- argileux de Famenne Apport d'eau local important (microtopo- graphie) : cuvette, zone de source ou de suintement	Aucun	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)
● Drainage h	-2RHA		Sol bien structuré Contexte calcaire : marne, macigno, argile de décarbo- nationation, etc.	
● Drainage d	-1RHA		Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie ou du pseudogley > 60-70 cm (pour le drainage d)	

Déficit hydrique : sensible

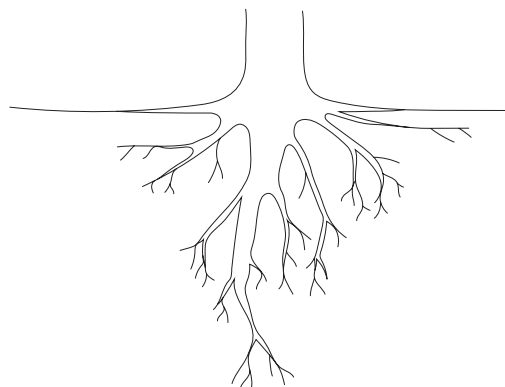
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Aucun	Position topographique
Sol très superficiel à peu profond ● Phase 6	5			Sondage pédologique profond
● Sol plutôt sec à xérique	3-5			Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Très pivotant, développant aussi de nombreuses racines latérales obliques à pivotantes
- Profond et puissant 😊

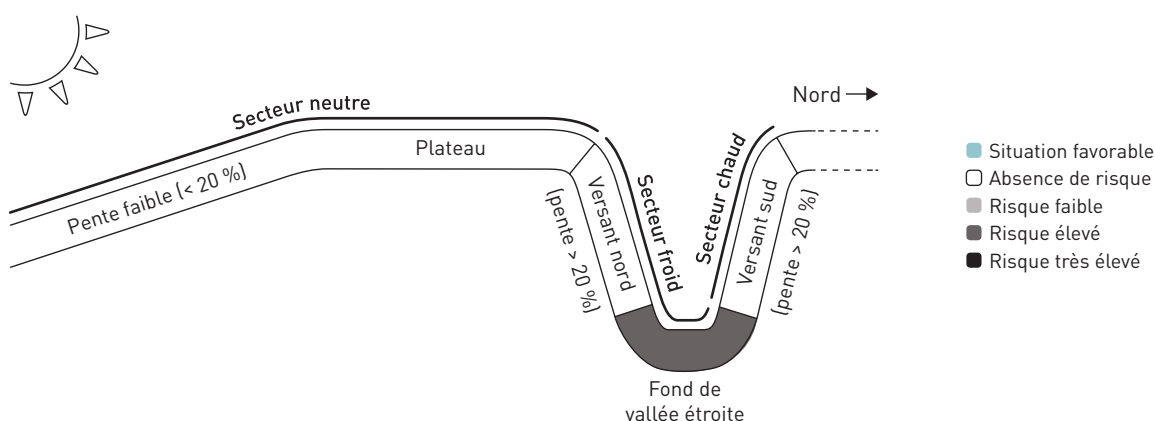


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : très sensible, 😞 (plus sensible que le noyer noir, moins que le noyer commun).
- Compacité : sensible

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure Argile de dissolution du calcaire et marnes structurées	Test de compacité indispensable
Substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Test de structure (sols argileux)
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis

4.4 Effets des microclimats topographiques



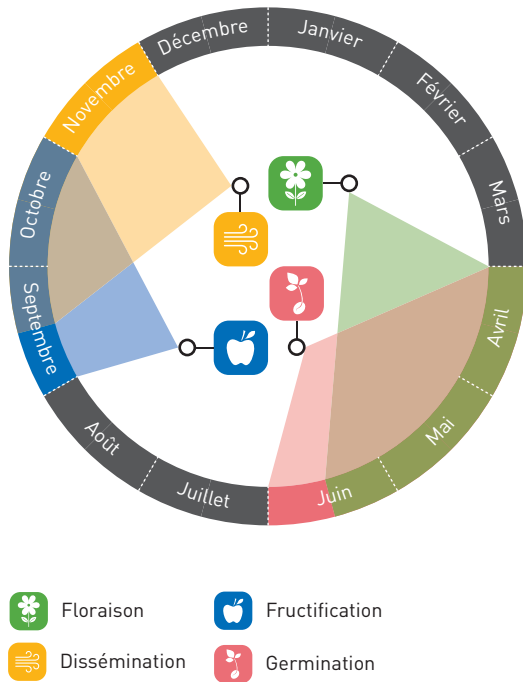
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Manque d'ensoleillement (essence héliophile), gelées précoces (mais plus résistant que le noyer commun et le noyer noir), gelées tardives (mais plus résistant que le noyer commun et le noyer noir).
Versant sud	<input type="checkbox"/> Absence de risque.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : mi avril à fin octobre.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : **15-20 ans, voire plus tôt.**

Type de fleurs : **unisexuées.**

Localisation entre individus : **monoïque**

Pollinisation : **anémogamie.**

Type de fruit : **noix.**

Fréquence des fructifications : **2-3 ans.**

Mode de dissémination : **barochorie, zoochorie.**

Les graines sont orthodoxes et elles ont une dormance profonde. En conditions artificielles, la dormance est levée par une stratification au froid humide (3 °C) de 16 à 24 semaines. Le noyer hybride est autofertile. Des noix peuvent donc être produites en conditions naturelles mais il n'y a actuellement que peu d'information sur la capacité de production et de croissance de ces hybrides de 2ème génération. Il pourrait y avoir de la dépréciation, l'utilisation de ces noix pour les reboisements et la régénération naturelle ne sont donc pas à favoriser.

Régénération asexuée

Rejette de souche, d'autant plus vigoureusement pour les jeunes sujets. Possibilité de « rattraper » une plantation par recepage.

5.2 Croissance et productivité

Croissance : précoce, rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité (m) : 35 à 40 m.

Productivité (AMV m³/ha/an) : sans objet, sylviculture d'arbre (croissance rapide).

Longévité : 200 à 300 ans.

Exploitabilité : 60 à 70 ans (avant la dépréciation du bois).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

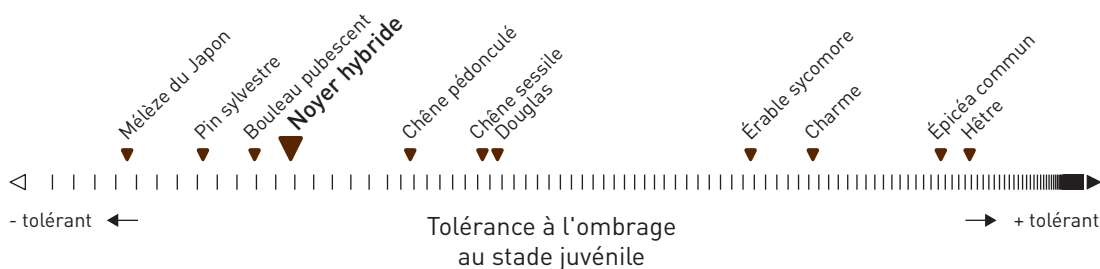
Stade juvénile

Intolérant à l'ombrage.

Comparable au noyer noir, supporte un couvert supérieur léger uniquement pendant les premières années.

Stade adulte

Exige la pleine lumière, supporte une compétition latérale légère.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	
Faible	Ralentissement de la croissance, défauts de forme, mortalité. Tendance au phototropisme, mais moins prononcée que le noyer commun. L'éclaircissement doit néanmoins être réparti de manière homogène autour du houppier.
Mise en lumière brutale	

5.4 Précautions à l'installation

Plantation :

- Installation délicate : ne jamais enterrer le collet lors de la transplantation, et conserver une longueur suffisante de pivot (min. 30 cm) pour permettre la reprise.
- Très sensible à la concurrence herbacée, prévoir des dégagements soignés. Un paillage peut aider à contrôler la végétation tout en limitant le dessèchement.
- Prévoir un abri latéral en maintenant par contre le houppier dégagé.
- Nécessite des tailles de formation et élagages pour obtenir une grume de qualité.
- Sensible aux dégâts de faune, et principalement au frottis de chevreuil.

Remarque : la transplantation a presque toujours comme conséquence la section du pivot, ce qui n'empêche pas la reprise, mais la ralentit.

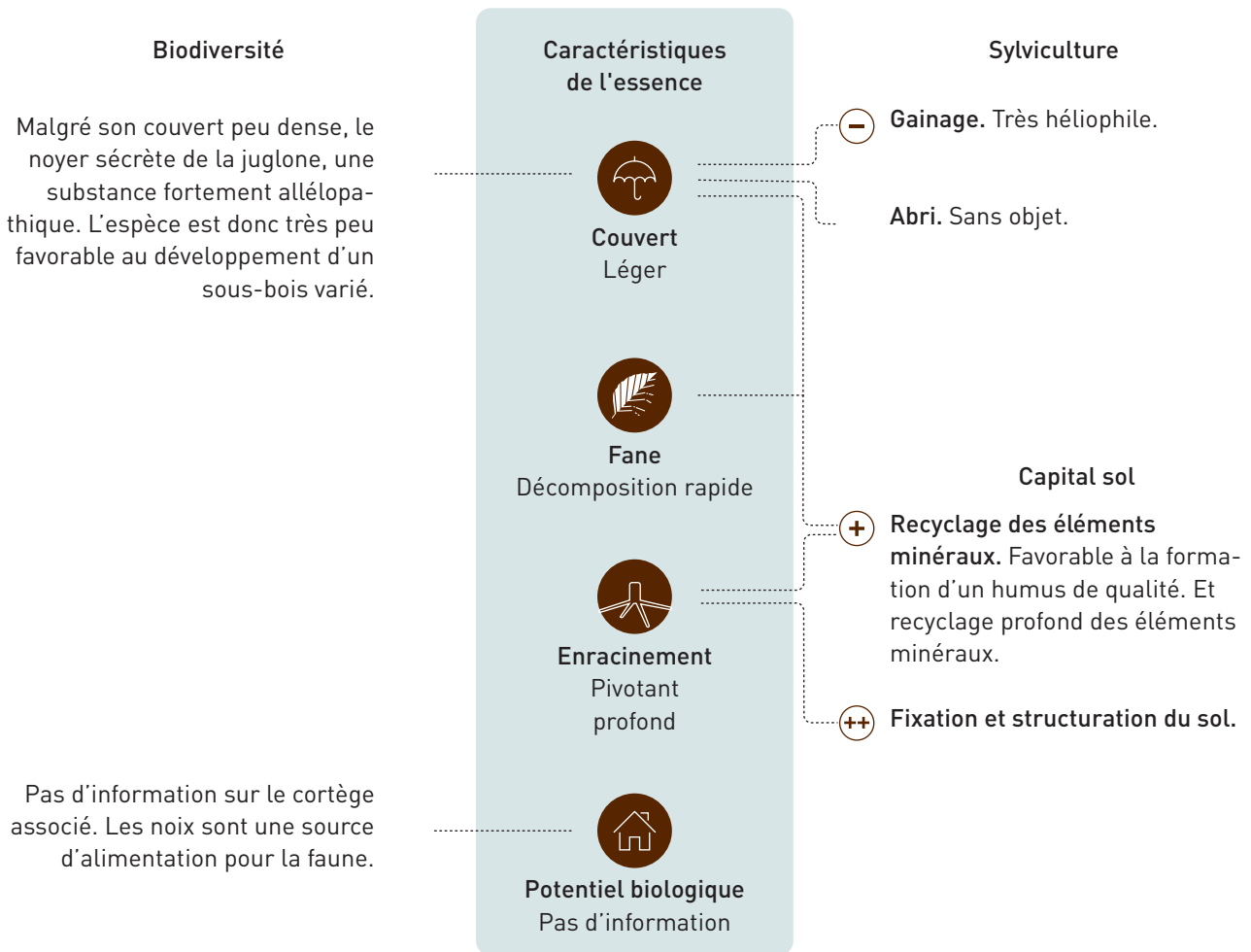
Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert

Les exigences écologiques présentées dans la fiche correspondent aux exigences moyennes, mais celles-ci peuvent varier d'un hybride à l'autre.



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Cœur creux ou pourri	Formation de « gouttières » qui se forment au niveau des branches cassées ou mortes	Reduire l'âge d'exploitabilité (60 ans) Choix de la station
Gélivure	Gel	Choix de la station
Déformation du tronc	Phototropisme Vent	Gestion de la lumière : dégagements et éclaircies soignées Choix de la station et abri
Fibre torse	Génétique	
Gourmands	Élagages trop « violents »	Élagages fréquents sur branches fines

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Moyenne	
Écorcement	Moyenne	
Frottage	Forte	Surtout sensible à la frottage du chevreuil

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

L'antracnose du noyer

Ophiognomonina leptostyla

Site d'attaque : feuilles

Symptômes et dégâts : petites taches brunes sur les feuilles et les fruits, chute prématurée du feuillage et dessèchement des fruits.

Conditions : maladie favorisée par une humidité importante.

Caractère : primaire - fréquent.

Risque : pour le peuplement (spores transmises par le vent et la pluie).

Conséquence : croissance ralentie, mortalité de jeunes sujets en cas d'infections répétées.

La bactériose du noyer

Xanthomonas campestris pv. *juglandis*

Site d'attaque : feuilles et rameaux.

Symptômes et dégâts : nécroses sur feuilles et sur fruits, formation de nécroses sur les jeunes rameaux qui dessèchent.

Conditions : maladie favorisée par des conditions humides (surtout pendant la floraison).

Caractère : primaire - moyennement fréquent.

Risque : pour le peuplement.

Conséquence : mortalité de rameaux.

L'encre du noyer

Phytophthora cinnamomi et *P. cactorum*

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : Ecoulement de teinte brune ou noire au niveau de l'écorce à la base de l'arbre. Feuilles jaunies et de taille réduite, chute prématurée du feuillage, fruits demeurant attachés aux rameaux. Destruction du système racinaire, dépérissement et mort de l'arbre.

Conditions : introduction dans un peuplement via plants de pépinières infectés, progression d'arbre en arbre via des zoospores transportées par l'eau et qui infectent les jeunes racines (probabilité plus élevée de transmission en zones humides).

Caractère : primaire - peu fréquent.

Risque : pour le peuplement en zone humide (transmission des spores via l'eau libre du sol).

Conséquence : mort de l'arbre.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire - fréquent - généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Problématiques émergentes**La maladie des mille chancres***Geosmithia morbida*

Site d'attaque : rameaux et tronc.

Symptômes et dégâts : jaunissement et flétrissement du feuillage, dépérissement de rameaux et mortalité progressive du houppier, nombreux petits chancres humides et foncés autour des trous d'entrée/de sortie du scolyte (vecteur de la maladie).

Conditions : champignon pathogène transmis par le scolyte *Pityophthorus juglandis*, infecte principalement *Juglans nigra*.

Caractère : secondaire (transmis par vecteur) - rare - émergent.

Risque : transmission au sein du peuplement via les piqûres du scolyte-vecteur.

Conséquence : mortalité.

 **Insectes***Xylosandrus germanus*

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : Galeries dans l'aubier, bâtonnets de sciure blanche "cigarettes" sortant de l'orifice des galeries.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : faiblesse. Invasif. Originaire d'Asie. En extension géographique. Largement présent en Région bruxelloise, sporadique en Wallonie.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

7 Valorisation potentielle du bois

Propriétés très similaires au bois des espèces parents : bois mi-lourd, mi-dur, très peu nerveux, facile à travailler. D'un point de vue esthétique sa teinte est présentée comme intermédiaire à celle des deux espèces parents.

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		
Utilisations extérieures		Durabilité naturelle : classe 3, moyennement durable, non recommandé pour les utilisations extérieures
Utilisations intérieures	✓	Ébénisterie et menuiserie fine, parquet
Usages spécifiques		Tranchage, sculpture, crosses de fusil, bois tourné

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques 😊

Il pourrait présenter un potentiel intéressant dans le contexte des changements climatiques.

À l'instar de ses deux parents, il est exigeant en chaleur, et souffre d'un déficit de chaleur sur une grande partie du territoire. Il pourrait donc profiter d'une augmentation des températures estivales, comme annuelles.

Il est exigeant en eau, mais est cependant présenté comme plus plastique que ses deux parents. On

sera néanmoins prudent quant au choix de la station, dans une perspective d'augmentation de la fréquence des sécheresses estivales : sol profond et meuble, à texture équilibrée, lui permettant de développer son enracinement.

Une augmentation des précipitations hivernales pourrait également le déforcer davantage sur les stations humides et à régime hydrique alternatif, sur lesquelles il est déjà mal en place.

9 Références majeures

- IDF (1997). **Les noyers à bois, troisième édition coordonnée par Jacques Beckey**. Paris, 144p.
- Coello J., Beckey J., Gonin P., Ortisset J-P., Baiges T., Piqué M. (2013). **Le noyer hybride (*Juglans Xintermedia*) et le noyer commun (*Juglans regia*) à bois**. Centre de la propriété Forestal, Santa Perpètua de Mogoda, 13p.
- Arnold E., Frank R., Hein S., Ehring A. (2011). **Croissance, qualité et mortalité du Noyer Hybride sur différentes stations dans le Bade-Wurtemberg (Allemagne)**. Revue forestière française LXIII, n°4-2011 : 425-434





Noyer noir

Schwarze Walnuss^{DE}, Zwarte walnoot^{NL}, Black walnut^{EN}

Juglans nigra L.

1 Résumé

1.1 Atouts

- En bonne station, **production rapide d'un bois de haute qualité et de grande valeur**, souvent destiné aux usages les plus nobles. On lui reproche néanmoins parfois sa couleur violacée, moins appréciée que celle du noyer commun.
- Mieux en place que les noyers commun et hybride sur les stations humides, à conditions que le sol soit oxygéné.
- **Enracinement** potentiellement très **profond et puissant** (en bonne station), très favorable à la structuration et la protection du sol.

1.2 Limites

- Espèce **exigeante en chaleur** et sensible au gel hors saison (particulièrement aux **gelées tardives**).
- **Éviter absolument les stations venteuses**.
- **Très sensible à la sécheresse** : demande des précipitations importantes et une grande réserve en eau du sol. 😞
- **Exigeant en minéraux** : demande un sol riche mais non carbonaté (pH optimum de 5 à 7,5).
- Enracinement très sensible à l'**anaérobiose, comme à la compacité**. Tolère très mal les sols **argileux mal structurés, massifs, engorgés** (régime hydrique alternatif). 😞
- **Héliophile**, et relativement **exigeant en espace vital**
- **Sylviculture délicate** : demande des soins particulièrement attentifs lors de l'installation, et un suivi très régulier de la plantation.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



- Aire principale
- Présence ponctuelle

Occupe une aire très vaste dans l'est des Etats-Unis : de la frontière canadienne au golfe du Mexique (Alabama, Georgie, Louisiane, Texas), et de la façade atlantique jusqu'au bord des grandes plaines d'Oklahoma, du Kansas et du Nebraska. Il y est caractéristique des vallées alluvionnaires, des bas de versants et des replats colluvionnés.

Cette partie des États-Unis correspond globalement à une forêt feuillue tempérée relativement humide, mais l'importance de l'aire a donné naissance à des écotypes locaux, pouvant présenter de grandes différences de comportement et de réaction.

Dès le 17^e siècle, le noyer noir fut d'abord introduit en Grande Bretagne, puis en Europe continentale (France, Suisse, Italie), où il s'est naturalisé.

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Le genre *Juglans* est rare en forêt wallonne : moins de 1 % de taux de présence sur les placettes de l'IPRFW, pour les trois noyers (commun, noir, hybride). Ils sont plantés de manière disséminée dans les futaies feuillues mélangées.

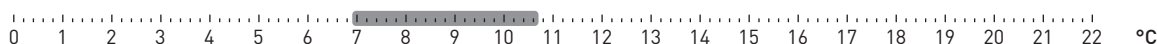
Plus apte à tolérer une certaine concurrence, le noyer noir est souvent présenté comme « plus forestier » que le noyer commun.

3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : préférence pour les climats doux et la chaleur estivale. Nécessiterait un minimum de 140 jours sans gelées (optimum 170).

■ Aire de l'essence
■ Wallonie



Températures minimale et maximale absolues : min. -35 °C



Précipitations annuelles totales : min. 850 à 900 mm

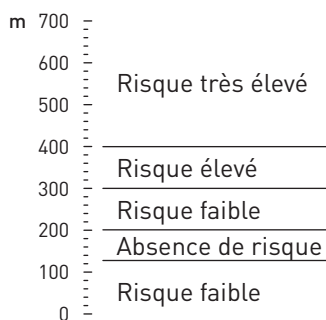
Grand consommateur d'eau qui demande une bonne pluviosité et des précipitations bien réparties.



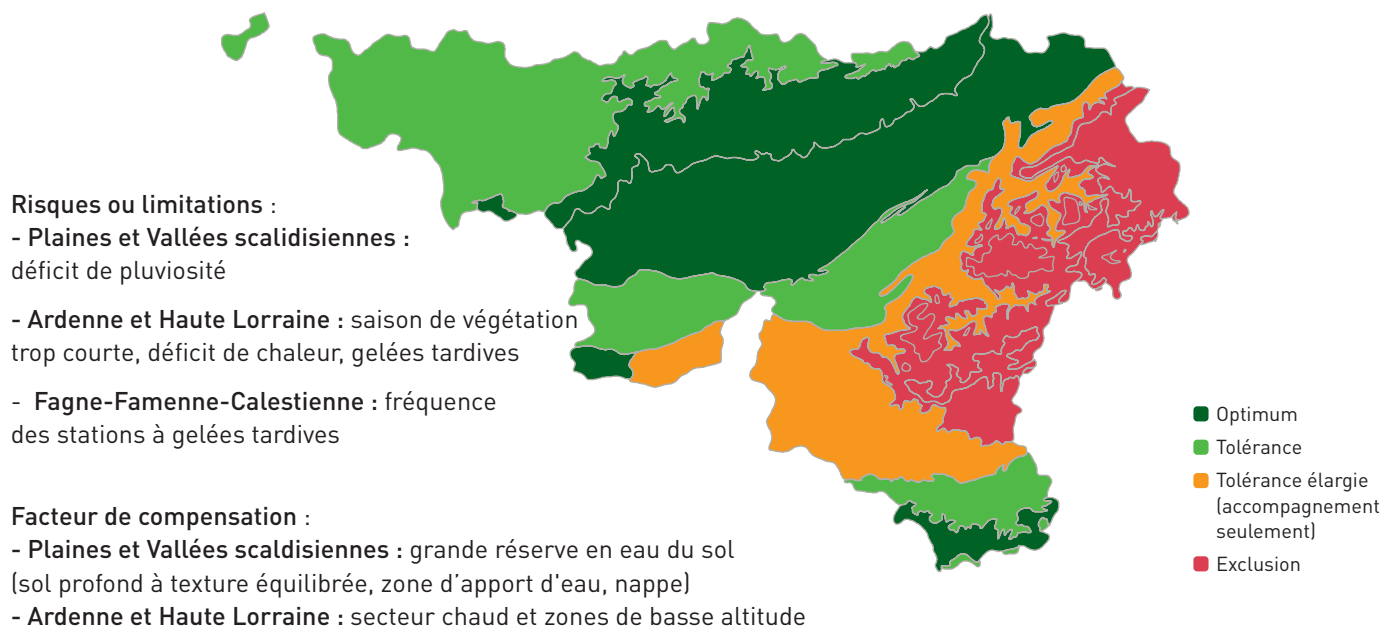
Remarque : Plus résistant au froid que le noyer commun, ainsi qu'aux alternances froid-redoux. Résistant aux fortes chaleur si l'approvisionnement en eau est suffisant.

3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude



3.3 Sensibilités climatiques particulières

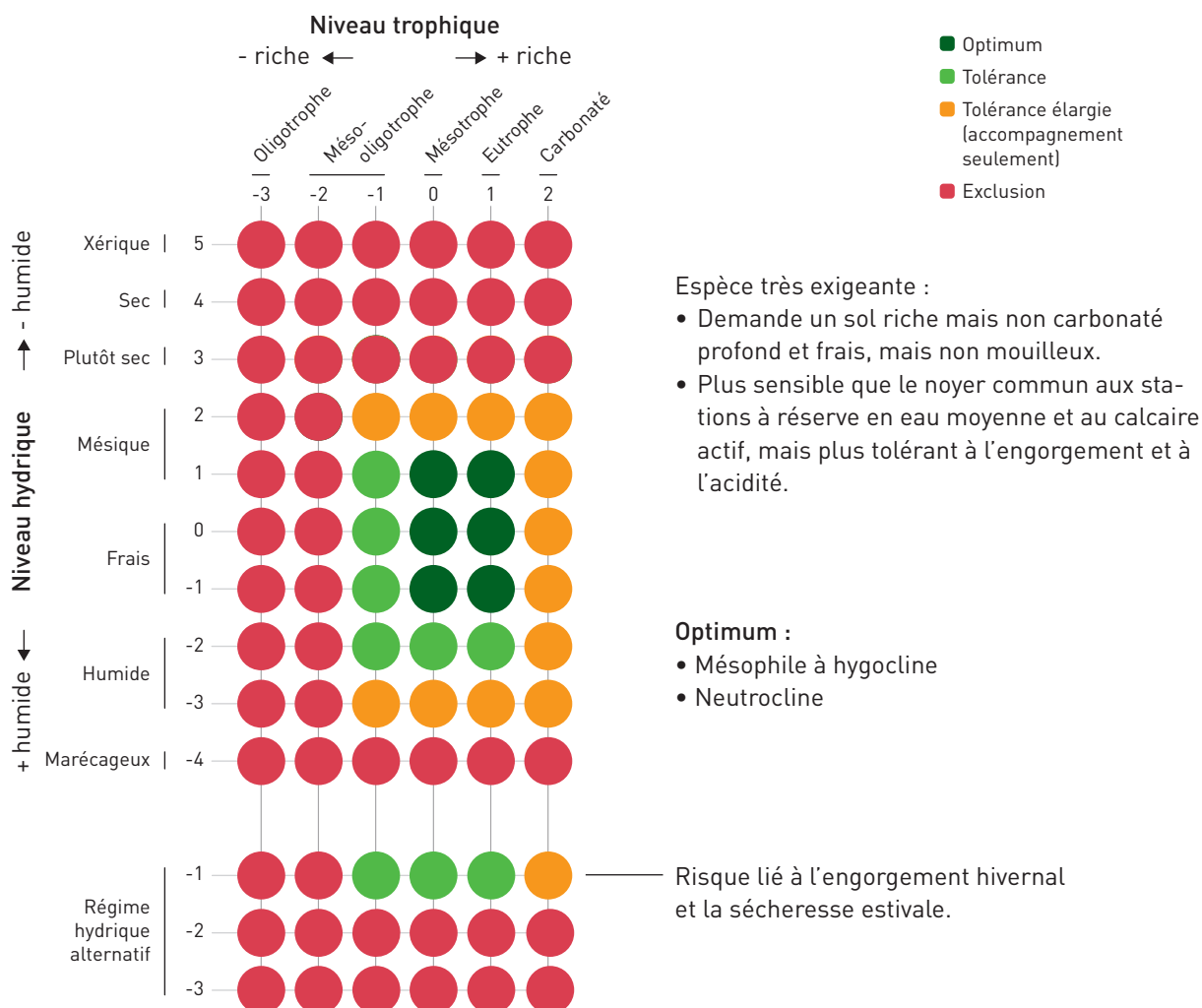


Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	TS	Le plus sensible des trois noyers , car il débourre plus tôt
Adulte	TS	
Gelée précoce		
Juvenile	S	Sensibilité des jeunes pousses non suffisamment aoutées. Moins sensible que le noyer commun.
Adulte	S	
Sécheresse		
Juvenile	TS ☹️	Le plus sensible des trois noyers ! Nécessite des précipitations importantes et bien réparties, ou une compensation parfaite par le sol. Il profite également d'une bonne hygrométrie . Peut perdre ses feuilles de manière prématurée en fin d'été si les réserves viennent à baisser.
Adulte	TS ☹️	
Canicule		
Juvenile	PS 😊	Le noyer noir ne souffre pas des fortes chaleurs, à condition que l'approvisionnement en eau soit constant (précipitations ou sol)
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	TS	Le plus sensible des 3 noyers , à proscrire des stations venteuses ! Bris de cime, arrachements de branches, « ouverture » de fourches, déformations, réduction de croissance.
Adulte	TS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **sensible** (plus que le noyer commun), éviter les pH > 7,5, risque important de chloroses (diagnostic complémentaire : test HCl)

Acidité : **Très sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Podzol ou sol oligotrophe ● pH < 3,8 ou profil g	-3		Aucun	Sondage pédologique
Sol à tendance podzolique ou méso-oligotrophe ● pH < 4,5 ou profil f	-2			
Sol méso-oligotrophe ● pH 4,5-5	-1	Volume de sol prospectable faible (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Mesure du pH (en surface et en profondeur)

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4		Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique Test de texture
Sol marécageux à humide ● Drainage g	-4			
Sol très humide à modérément humide ● Drainage e, h ● Drainage f, i	-2 -3	Précipitations élevées (Ardenne) Texture fine (E, U) et/ou sol compact	Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie > 60-70 cm (cas du drainage d)	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** 😞
Risque principalement lié à l'engorgement hivernal.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3RHA		Aucun	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)
● Drainage h	-2RHA			
● Drainage d	-1RHA	Contexte schisto-argileux de Famenne Apport d'eau local important (microtopographie) : cuvette, zone de source ou de suintement	Sol bien structuré contexte calcaire : marne, macigno, argile de décarbonatation, etc. Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie ou du pseudogley > 60-70 cm (cas du drainage d)	

Déficit hydrique : **très sensible** 😞

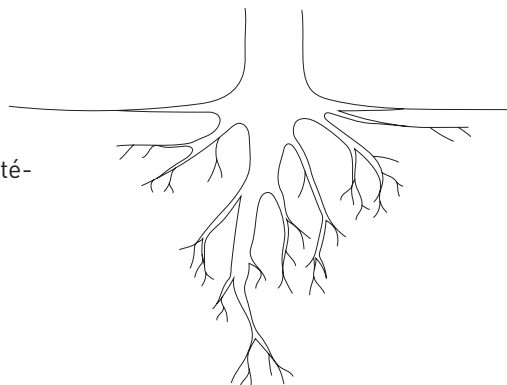
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité et de texture
Sol très superficiel ● Phase 6	5			
● Sol plutôt sec à xérique	3-5			
● Sol mésique	2	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Présence d'argile en profondeur : substrat u, développement de profil a et pour textures L, A et E, variante de matériau parental meuble y	

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Très pivotant, développant également de nombreuses racines latérales obliques à pivotantes
- Profond (jusqu'à 120 cm de profondeur la première année) et puissant 😊

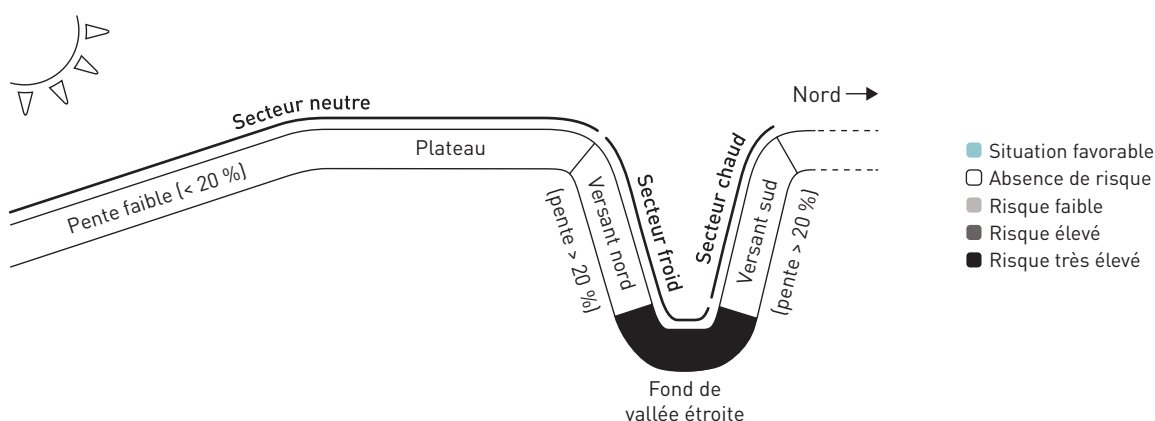


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **sensible**, tolère un engorgement temporaire de courte durée (10 à 15 jours), au-delà de laquelle les racines s'asphyxient. L'excès d'eau en début de période de végétation est défavorable. Éviter les stations à pseudogley < 60cm
- Compacité du sol : **très sensible**

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable
Substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Test de structure (sols argileux)
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm) Horizon a faiblement compact	Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis

4.4 Effets des microclimats topographiques



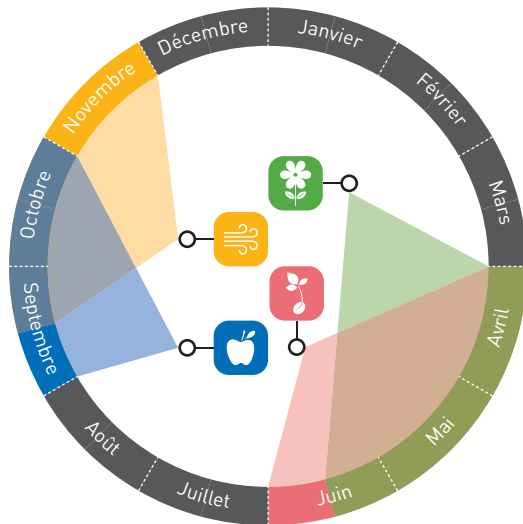
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> Absence de risque. À l'inverse du noyer commun, le noyer noir profiterait d'une bonne hygrométrie
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque très élevé. Manque d'ensoleillement (essence héliophile), gelées précoces et tardives.
Versant sud	<input type="checkbox"/> Absence de risque.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : mi avril à fin octobre.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : **15-20 ans** voire plus tôt.

Type de fleurs : **unisexuées**.

Localisation entre individus : **monoïque**.

Pollinisation : **anémogamie**.

Type de fruit : **noix**.

Fréquence des fructifications : **2-3 ans**.

Mode de dissémination : **barochorie, zoochorie**.

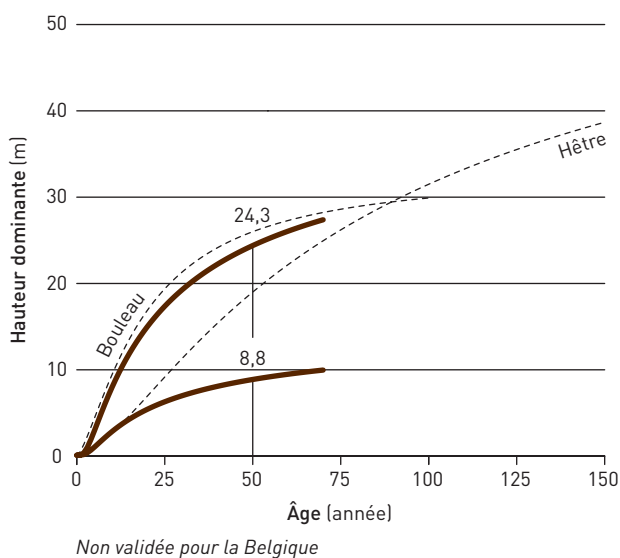
Les graines sont orthodoxes et elles ont une dormance profonde. En conditions artificielles, la dormance est levée par une stratification au froid humide (3 °C) de 16 à 24 semaines.

Régénération asexuée

Rejette de souche, d'autant plus vigoureusement pour les jeunes sujets.

Possibilité de « rattraper » une plantation par recepage.

5.2 Croissance et productivité



Croissance : précoce, rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité (m) : très grand arbre atteignant 35 à 40 m (45-50 m dans son aire d'origine).

Productivité (AMV m³/ha/an) : non documentée en Wallonie (productif).

Longévité : 200 à 300 ans.

Exploitabilité : 60 à 70 ans (avant la dépréciation du bois).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

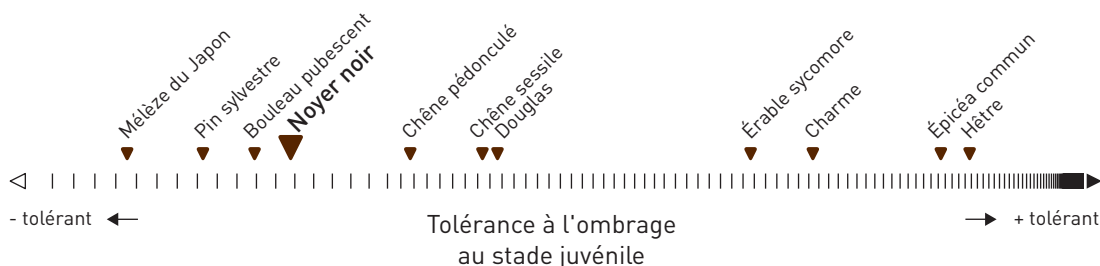
Stade juvénile

Intolérant à l'ombrage.

Supporte un couvert supérieur léger uniquement pendant les premières années. Un léger abri (vertical et latéral) lui est même favorable pour le protéger du vent et des gelées.

Stade adulte

Exige la pleine lumière, supporte une compétition latérale légère. Plus tolérant à la concurrence que le noyer commun, accepte mieux l'ambiance forestière.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	
Faible	Ralentissement de la croissance, défauts de forme, mortalité
Mise en lumière brutale	

5.4 Précautions à l'installation

Plantation :

- Installation délicate : ne jamais enterrer le collet lors de la transplantation, et conserver une longueur suffisante de pivot (min. 30 cm) pour permettre la reprise.
- Très sensible à la concurrence herbacée, prévoir des dégagements soignés. Un paillage peut aider à contrôler la végétation tout en limitant le dessèchement.
- Héliophile mais très sensible au gel : le maintien d'un abri latéral bien géré est souhaitable.
- Sensible aux dégâts de faune, et principalement au frottis de chevreuil.
- Éviter absolument l'installation sur station soumise au vent.

Remarque : La transplantation a presque toujours comme conséquence l'oblitération du pivot, ce qui ralentit la reprise.

Régénération par semis :

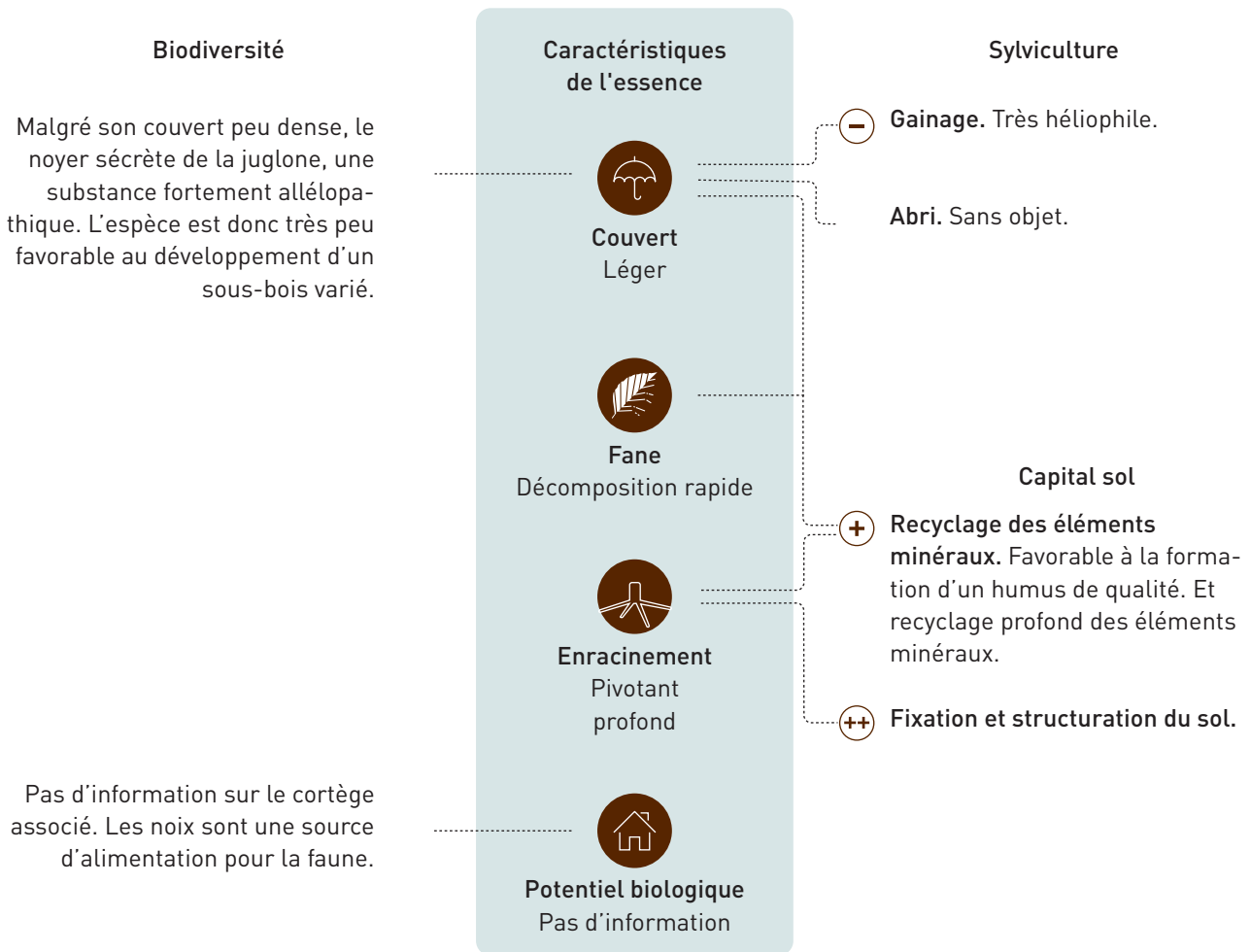
À l'avantage de permettre le développement normal du pivot. Ce faisant, les semis rattrapent presque toujours les plants. Les conseils présentés pour la plantation sont applicables. Il faudra être d'autant plus attentif à la concurrence, et protéger les noix des prédateurs (rongeurs, oiseaux, sangliers, etc.). Choisir si possible des noix issues d'un sujet à débourrement tardif.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Cœur creux ou pourri	Formation de « gouttières » qui se forment au niveau des branches cassées ou mortes	Reduire l'âge d'exploitabilité (60 ans) Choix de la station
Gélivure	Gel	Choix de la station
Déformation du tronc	Vent	Choix de la station et abri
Fibre torse	Génétique	
Gourmands	Élagage trop brutal	Élagage fréquents et modérés sur branches fines

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroustissement	Moyenne	
Écorcement	Moyenne	
Frottage	Forte	Surtout sensible à la frottage du chevreuil

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux



Pathogènes

L'antracnose du noyer

Ophiognomonina leptostyla

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : petites taches brunes sur les feuilles et les fruits, chute prématurée du feuillage et dessèchement des fruits.

Conditions : maladie favorisée par une humidité importante.

Caractère : primaire - fréquent.

Risque : pour le peuplement (spores transmises par le vent et la pluie).

Conséquence : croissance ralentie, mortalité de jeunes sujets en cas d'infections répétées.

La bactériose du noyer

Xanthomonas campestris pv. *juglandis*

Site d'attaque : feuilles et rameaux.

Symptômes et dégâts : nécroses sur feuilles et sur fruits, formation de nécroses sur les jeunes rameaux qui dessèchent.

Conditions : maladie favorisée par des conditions humides (surtout pendant la floraison) .

Caractère : primaire - moyennement fréquent.

Risque : pour le peuplement.

Conséquence : mortalité de rameaux.

L'encre du noyer

Phytophthora cinnamomi et *P. cactorum*

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : écoulement de teinte brune ou noire au niveau de l'écorce à la base de l'arbre. Feuilles jaunies et de taille réduite, chute prématurée du feuillage, fruits demeurant attachés aux rameaux. Destruction du système racinaire, dépérissement et mort de l'arbre.

Conditions : introduction dans un peuplement via plants de pépinières infectés, progression d'arbre en arbre via des zoospores transportées par l'eau et qui infectent les jeunes racines (probabilité plus élevée de transmission en zones humides).

Caractère : primaire - peu fréquent.

Risque : pour le peuplement en zone humide (transmission des spores via l'eau libre du sol).

Conséquence : mort de l'arbre.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire - fréquent - généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Problématiques émergentes**La maladie des mille chancres***Geosmithia morbida*

Site d'attaque : rameaux et tronc.

Symptômes et dégâts : jaunissement et flétrissement du feuillage, dépérissement de rameaux et mortalité progressive du houppier, nombreux petits chancres humides et foncés autour des trous d'entrée/de sortie du scolyte (vecteur de la maladie).

Conditions : champignon pathogène transmis par le scolyte *Pityophthorus juglandis*, infecte principalement le noyer noir.

Caractère : secondaire (transmis par vecteur) - rare - émergent.

Risque : transmission au sein du peuplement via les piqûres du scolyte-vecteur.

Conséquence : mortalité.

**Insectes*****Xylosandrus germanus***

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier, bâtonnets de sciure blanche "cigarettes" sortant de l'orifice des galeries.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : faiblesse. Invasif. Originaire d'Asie. En extension géographique. Largement présent en Région bruxelloise, sporadique en Wallonie.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

7 Valorisation potentielle du bois

Propriétés très similaires au noyer commun : bois mi-lourd, mi-dur, très peu nerveux, facile à travailler. D'un point de vue esthétique on lui reproche néanmoins parfois sa teinte violacée, plus sombre que celle du noyer commun. Il n'en reste pas moins un bois de haute valeur, généralement destiné aux emplois nobles.

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		
Utilisations extérieures		Durabilité naturelle : classe 3, moyennement durable, non recommandé pour les utilisations extérieures
Utilisations intérieures	✓	Ébénisterie et menuiserie fine, parquet
Usages spécifiques	✓	<ul style="list-style-type: none"> • Tranchage, placage, marqueterie • Sculpture • Crosses de fusil • Bois tourné • Lutherie

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques

Tout comme le noyer commun, le noyer noir apprécie les climats à saison de végétation chaude et se montre tolérant aux fortes chaleurs. Il pourrait donc profiter d'une augmentation des températures estivales, comme annuelles.

Par contre, l'espèce est beaucoup moins apte à faire face à des épisodes de sécheresse, ses besoins en eau pendant la période de végétation étant plus marqués. Dans une perspective d'augmentation de la fréquence des étés et printemps secs, il pourrait donc se retrouver en difficulté dans le nord de la région wallonne, où les

précipitations sont déjà limites par rapport à son optimum écologique. Par ailleurs quelle que soit la région concernée, il faudra également être particulièrement prudent à ne l'installer que sur ses stations optimales (sol très profond et meuble, à texture équilibrée – station alluviale – présence d'une nappe en profondeur).

Une augmentation des précipitations hivernales pourrait par ailleurs le déforcer davantage sur les stations à régime hydrique alternatif, où son enracinement souffre de l'engorgement en période humide.

9 Références majeures

- IDF (1997). **Les noyers à bois**, troisième édition coordonnée par Jacques Beckey. Paris, 144p.
- Gonin P., Larrieu L., Coello J., Marty P., Lestrade M., Beckey J., Claessens H. (2013). **Autécologie des feuillus précieux**. IDF, Paris, 63p.





Noyer commun

Walnussbaum^{DE}, Okkernoot^{NL}, Persian walnut^{EN}

Juglans regia L.

1 Résumé

1.1 Atouts

- En bonne station, **production rapide d'un bois de haute qualité et de grande valeur**, souvent destiné aux usages les plus nobles. Le bois « figuré » est particulièrement recherché.
- Espèce thermophile en région wallonne, peu sensible aux canicules et relativement tolérante aux épisodes de sécheresse : **sur bonne station, potentiellement une essence d'avenir dans le contexte des changements climatiques.** 😊
- **Enracinement** potentiellement très **profond et puissant** (en bonne station), très favorable à la structuration et la protection du sol. 😊

1.2 Limites

- Espèce **exigeante en chaleur** et sensible à de nombreux facteurs climatiques : **gels hors saison** (surtout précoces), **froid hivernal**, **alternances froid-redoux**, vent.
- Craint l'**hygrométrie élevée**, qui cause des **maladies fongiques**.
- **Très exigeant**, tant d'un point de vue hydrique que trophique : **sol riche** (pH entre 6,5 et 7,5), **profond et frais, mais pas trop humide.** 😞
- Enracinement très sensible à l'**anaérobiose**, comme à la **compacité**. Tolère très mal les sols **argileux mal structurés, massifs, engorgés** (régimes hydrique alternatif).
- **Très héliophile et phototrope**. Supporte peu la concurrence verticale comme latérale, nécessite un éclairage homogène du houppier.
- **Sylviculture délicate** : demande des soins particulièrement attentifs lors de l'installation et un suivi très régulier de la plantation.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

Probablement présent en Europe avant les glaciations, puis repoussé dans les régions plus chaudes de Perse, d'Asie centrale et jusqu'en Chine, il aurait été réintroduit en Europe dès l'antiquité où il s'est naturalisé. Dispersé dans tout le bassin méditerranéen par les Grecs et les Romains, il y subit à la fois une sélection humaine, pour la production de fruits, et naturelle, liée aux climats locaux.

Il s'agit d'une espèce à affinité continentale, de climat assez doux, à l'air sec. Un climat trop frais et humide est en effet vecteur de maladies fongiques pour le noyer commun.

Espèce des plaines et collines, dans le nord de son aire, le noyer commun recherche préférentiellement les expositions chaudes.

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

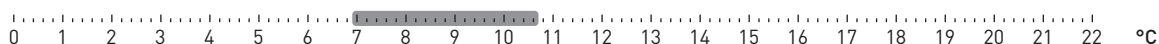
Le genre *Juglans* est rare en forêt wallonne : moins de 1 % de taux de présence sur les placettes de l'IPRFW, pour les trois noyers confondus (commun, noir, hybride). Ils se présentent de manière disséminée dans les futaies feuillues mélangées.

Supportant très mal la concurrence, le noyer commun est reconnu comme le moins forestier des trois.

3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

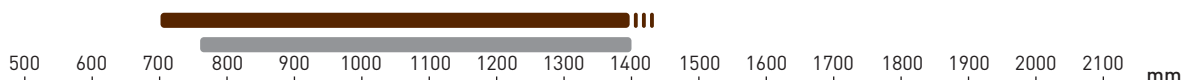
Température annuelle moyenne : exigeant en chaleur durant période de végétation (minimum de 10° de température moyenne mensuelle pendant 6 mois), demande une saison de végétation longue (min 180 jours).



Températures minimale et maximale absolues : min. de -20 à -30 °C (selon les provenances)



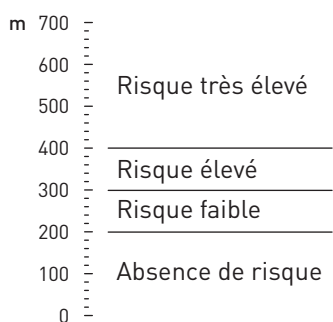
Précipitations annuelles totales : min. 700 mm bien répartis. L'optimum serait de 1000 à 1200 mm



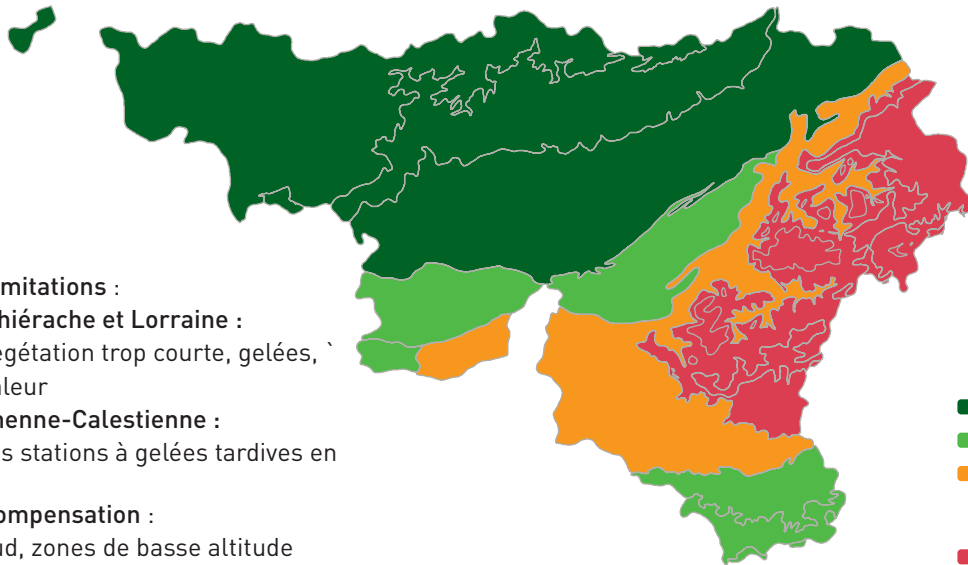
Remarque : résiste relativement bien au froid si la température baisse de manière progressive, mais risque de dégâts importants (gélivures, mortalités) quand la température baisse de manière brutale, a fortiori après période douce.

3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude



3.3 Sensibilités climatiques particulières



Risques ou limitations :

- Ardenne, Thiérache et Lorraine : période de végétation trop courte, gelées, déficit de chaleur
- Fagne-Famenne-Calestienne : fréquence des stations à gelées tardives en

Facteur de compensation :

secteur-chaud, zones de basse altitude

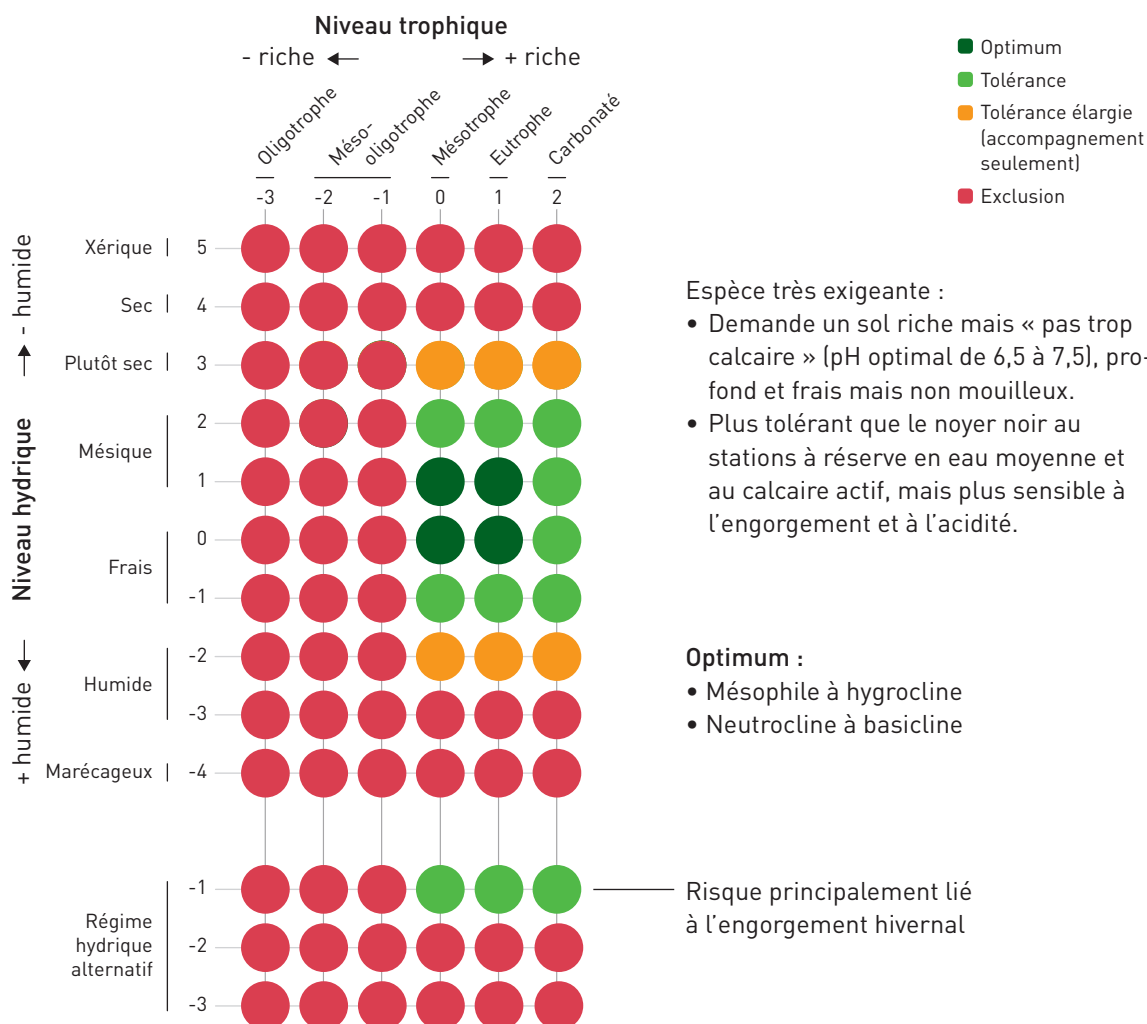
- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	S à TS	Sensibilité des inflorescences et jeunes pousses même en cas de gelées légères. Le noyer commun est cependant moins sensible aux gelées tardives que le noyer noir car il débourre plus tardivement. Peut varier en fonction des provenances, certaines débourrant très tard.
Adulte	S à TS	
Gelée précoce		
Juvenile	TS	Le plus sensible des trois noyers. Risque déjà important pour des gelées modérées (-7°C, voire -2°C), et d'autant plus important si la gelée arrive de manière brutale après un période douce.
Adulte	TS	
Sécheresse		
Juvenile	PS 😊	D'une manière générale, espèce exigeante en eau, mais en conditions favorables (sol meuble, profond, bien drainé), les racines du noyer commun peuvent descendre à plusieurs mètres, lui permettant de faire face un épisode de sécheresse climatique. On le dit plus résistant au stade juvénile.
Adulte	PS à S 😊	
Canicule		
Juvenile	PS 😊	Espèce à affinité continentale, montrant un caractère thermophile en Wallonie, le noyer commun ne souffre pas des fortes chaleurs, à condition que l'approvisionnement en eau soit constant (précipitations ou sol).
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	S	Sensible aux vents violents et/ou réguliers qui occasionnent bris de cime, déformations, arrachement des branches, éclatement des fourches, etc. Il est cependant moins sensible au vent que les noyers noirs et hybride. Éviter stations venteuses ou prévoir abri latéral.
Adulte	S	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté: sensible. Optimum jusque pH 7,5, au-delà risque de chloroses. (diagnostic complémentaire : test HCl sur terre fine)

Acidité : très sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Podzol ou sol oligotrophe ● Profil g ou pH < 3,8	-3		Aucun	
Sol à tendance podzolique ou méso-oligotrophe ● Profil f ou pH < 4,5	-2			
Sol méso-oligotrophe ● pH 4,5-5	-1			

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **très sensible** ☹️

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou para-tourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4		Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique
Sol marécageux à très humide ● Drainage g	-4			
● Drainage f,i	-3			
Sol modérément humide à frais ● Drainage e, h	-2	Précipitations élevées (Ardenne)	Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie > 60-70 cm (cas du drainage d)	
● Drainage d	-1	Texture fine (E, U) et/ou sol compact		

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** ☹️

Risque principalement lié à l'engorgement hivernal

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3RHA		Aucun	Régime hydrique effectif
● Drainage h	-2RHA			
● Drainage d	-1RHA	Contexte schisto-argileux de Famenne Apport d'eau locaux importants (microtopographie) : cuvette, zone de source	Sol bien structuré contexte calcaire : marne, macigno, argile de décarbonatation, etc. Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie ou du pseudogley > 60-70 cm (cas du drainage d)	Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)

Déficit hydrique : **très sensible** ☹️

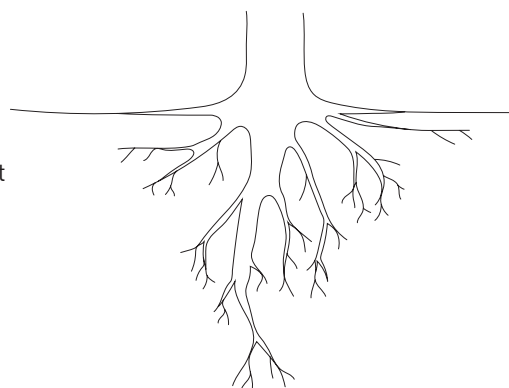
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond Tests de compacité, structure et texture
Sol très superficiel ● Phase 6	5			
● Sol sec à xérique	4-5			
● ● Sol mésique à plutôt sec	2-3	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Précipitations élevées (Ardenne) Socle rocheux fissuré Nappe d'eau en profondeur Présence d'argile en profondeur : substrat u, développement de profil a et pour textures L, A et E, variante de matériau parental meuble y	

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Pivotant, le pivot disparaissant progressivement quand l'espèce vieillit
- Très profond (jusque 3-5 m de profondeur la première année). 😞



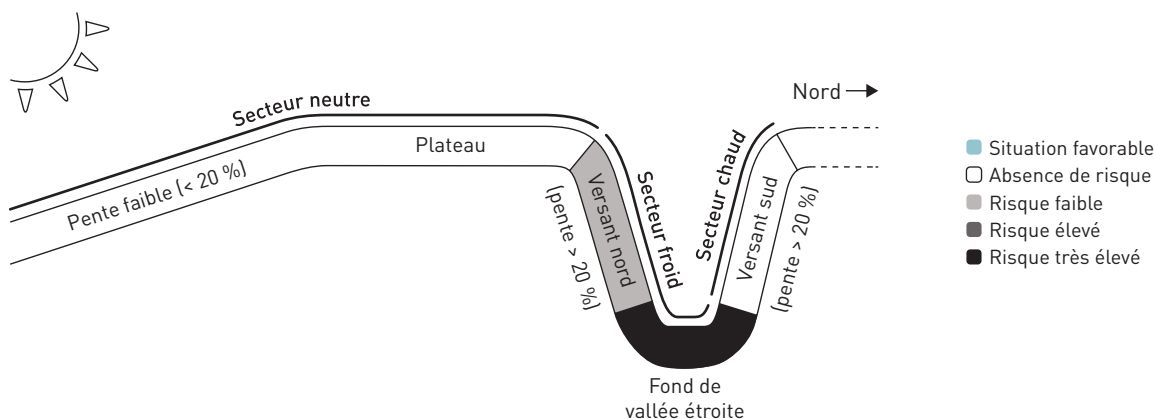
Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **très sensible**, 😞 demande un sol drainé, de préférence sur au moins 80 cm
- Compacité : **très sensible**, faire particulièrement attention aux semelles de labour ou aux sols tassés en terres agricoles

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure Argile de dissolution du calcaire et marnes structurées	Test de compacité indispensable
Substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Test de structure (sols argileux)
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm) Horizon a faiblement compact	Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis

Bon à savoir: la transplantation a souvent comme conséquence la disparition du pivot.

4.4 Effets des microclimats topographiques



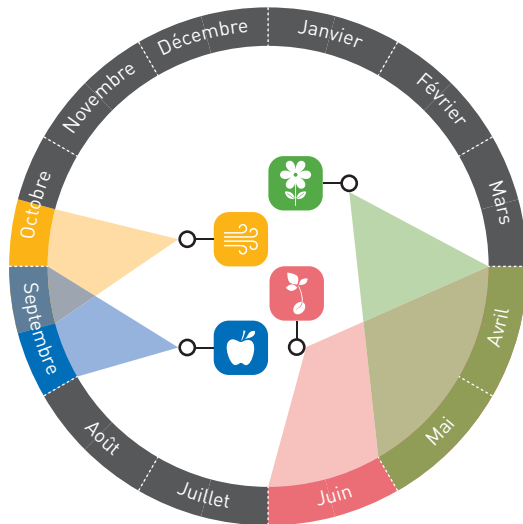
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Hygrométrie élevée, brouillards, favorisant les maladies cryptogamiques (armillaire et phytophora), manque d'ensoleillement (essence héliophile).
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque très élevé. Gygrométrie élevée, brouillards, favorisant les maladies cryptogamiques (armillaire et phytophora), manque d'ensoleillement (essence héliophile), manque de chaleur. Gelées précoces et tardives.
Versant sud	<input type="checkbox"/> Absence de risque.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : mi mai à mi octobre.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : **15-20 ans**.

Type de fleurs : **unisexuées**.

Localisation entre individus : **monoïque**.

Pollinisation : **anémogamie**.

Type de fruit : **noix**.

Fréquence des fructifications : **1-2 ans**.

Mode de dissémination : **barochorie, zoochorie**.

Les graines sont orthodoxes et elles ont une dormance profonde. En conditions artificielles, la dormance est levée par une stratification au froid humide (3°C) de 16 à 24 semaines.

Régénération asexuée

Rejette de souche, d'autant plus vigoureusement pour les jeunes sujets. Possibilité de « rattraper » une plantation par recepage.

5.2 Croissance et productivité

Croissance : précoce, rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité (m) : 25 à 30 m.

Productivité (AMV m³/ha/an) : sans objet, sylviculture d'arbre (productif).

Longévité : 200 à 300 ans.

Exploitabilité : 60 à 70 ans (avant la dépréciation du bois).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

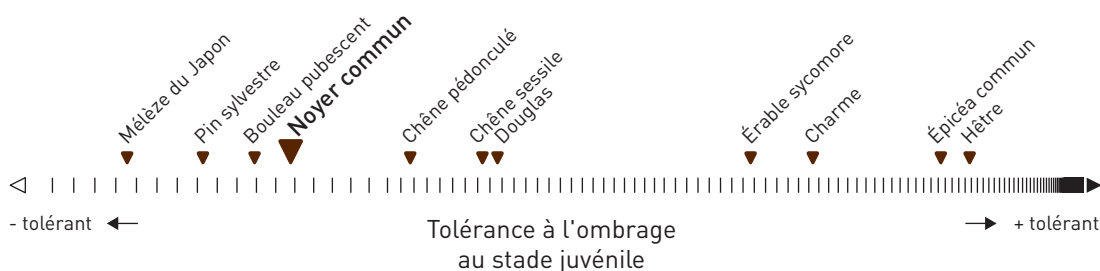
Stade juvénile

Intolérant à l'ombrage.

Très exigeant en lumière – plus que le noyer noir – ne supporte aucun couvert supérieur. Un abri latéral peut par contre être favorable (coups de soleil et gelées).

Stade adulte

Exige la pleine lumière, ne supporte pas la compétition même latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Ralentissement de la croissance, défauts de forme, mortalité. Très forte tendance au phototropisme, l'éclaircissement doit absolument être réparti de manière homogène autour du houppier.
Mise en lumière brutale	Risque de coup de soleil dans le jeune âge, un abri latéral lui est favorable.

5.4 Précautions à l'installation

Plantation :

- Installation délicate : ne jamais enterrer le collet lors de la transplantation, et conserver une longueur suffisante de pivot (min. 30 cm) pour permettre la reprise.
- Très sensible à la concurrence herbacée, prévoir des dégagements soignés. Un paillage peut aider à contrôler la végétation tout en limitant le dessèchement.
- Héliophile strict, mais sensible aux gelées et aux coups de soleil : prévoir un abri latéral en maintenant par contre le houppier dégagé.
- Nécessite absolument des tailles de formation dès les premières années pour obtenir une grume de qualité.
- Sensible aux dégâts de faune, et principalement au frottis de chevreuil.

Remarque : la transplantation provoque presque toujours la section du pivot, ce qui ralentit la reprise et la croissance en hauteur.

Régénération par semis :

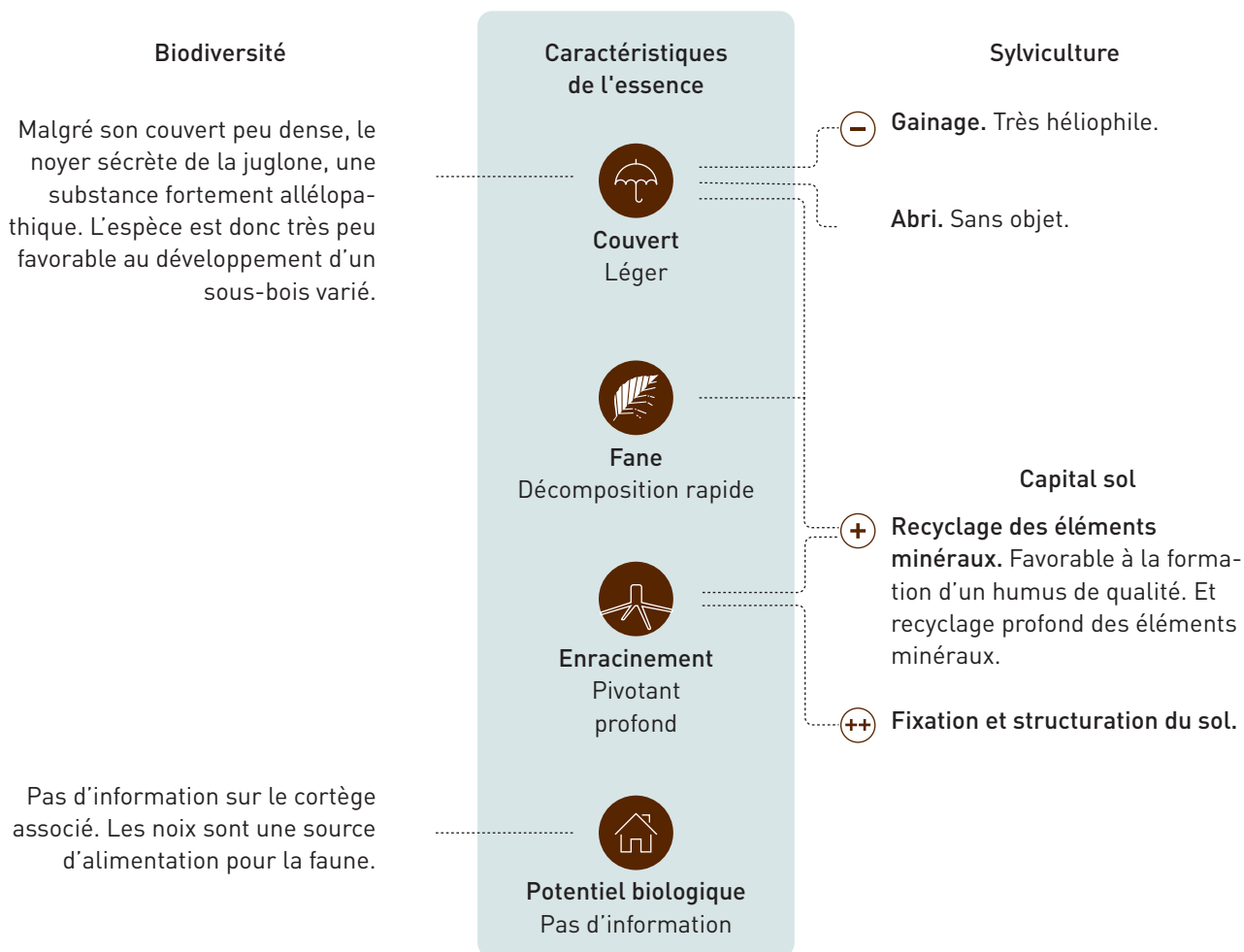
À l'avantage de permettre le développement normal du pivot. Ce faisant, les semis rattrapent presque toujours les plants. Les conseils présentés pour la plantation sont applicables. Il faudra être d'autant plus attentif à la concurrence, et protéger les noix des prédateurs (rongeurs, oiseaux, sangliers, etc.).

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne. environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Cœur creux ou pourri	Formation de « gouttières » qui se forment au niveau des branches cassées ou morte	Réduire l'âge d'exploitabilité (60 ans) Choix de la station
Gélivure	Gel	Choix de la station
Déformation du tronc	Phototropisme Vent	Gestion de la lumière : dégagements et éclaircies soignés Choix de la station et abri
Fibre torse	Génétique	
Gourmands	Élagage trop brutal	Élagages fréquents et modérés sur branches fines

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Moyenne	
Écorcement	Moyenne	
Frottage	Forte	Surtout sensible à la frottage du chevreuil

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

L'antracnose du noyer

Ophiognomonia leptostyla

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : petites taches brunes sur les feuilles et les fruits, chute prématurée du feuillage et dessèchement des fruits.

Conditions : maladie favorisée par une humidité importante.

Caractère : primaire - fréquent.

Risque : pour le peuplement (spores transmises par le vent et la pluie).

Conséquence : croissance ralentie, mortalité de jeunes sujets en cas d'infections répétées.

La bactériose du noyer

Xanthomonas campestris pv. *juglandis*

Site d'attaque : feuilles et rameaux.

Symptômes et dégâts : nécroses sur feuilles et sur fruits, formation de nécroses sur les jeunes rameaux qui dessèchent.

Conditions : maladie favorisée par des conditions humides (surtout pendant la floraison).

Caractère : primaire - moyennement fréquent.

Risque : pour le peuplement.

Conséquence : mortalité de rameaux.

L'encre du noyer

Phytophthora cinnamomi et *P. cactorum*

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : écoulement de teinte brune ou noire au niveau de l'écorce à la base de l'arbre. Feuilles jaunies et de taille réduite, chute prématurée du feuillage, fruits demeurant attachés aux rameaux. Destruction du système racinaire, dépérissement et mort de l'arbre.

Conditions : introduction dans un peuplement via plants de pépinières infectés, progression d'arbre en arbre via des zoospores transportées par l'eau et qui infectent les jeunes racines (probabilité plus élevée de transmission en zones humides).

Caractère : primaire - peu fréquent.

Risque : pour le peuplement en zone humide (transmission des spores via l'eau libre du sol).

Conséquence : mort de l'arbre.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire - fréquent - généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Problématiques émergentes**La maladie des mille chancres***Geosmithia morbida*

Site d'attaque : rameaux et tronc.

Symptômes et dégâts : jaunissement et flétrissement du feuillage, dépérissement de rameaux et mortalité progressive du houppier, nombreux petits chancres humides et foncés autour des trous d'entrée/de sortie du scolyte (vecteur de la maladie).

Conditions : champignon pathogène transmis par le scolyte *Pityophthorus juglandis*, infecte principalement le noyer noir.

Caractère : secondaire (transmis par vecteur) - rare - émergent.

Risque : transmission au sein du peuplement via les piqûres du scolyte-vecteur.

Conséquence : mortalité.

 **Insectes***Xylosandrus germanus*

Site d'attaque : tout l'arbre.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier, bâtonnets de sciure blanche "cigarettes" sortant de l'orifice des galeries.

Conditions : en principe, arbres morts ou mourants, peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : faiblesse. Invasif. Originaire d'Asie. En extension géographique. Largement présent en Région bruxelloise, sporadique en Wallonie.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

7 Valorisation potentielle du bois

Bois mi-lourd, mi-dur, très peu nerveux, facile à travailler, très esthétique, souvent réservé aux usages les plus nobles. Le noyer commun présente parfois au niveau de la culée un dessin très recherché appelé « figuration » qui augmente très fortement la valeur du bois ; c'est pourquoi ils sont généralement exploités « à culée noire », c'est-à-dire en dégageant le collet et la souche en dessous du niveau du sol.

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		
Utilisations extérieures		Durabilité naturelle : classe 3, moyennement durable
Utilisations intérieures	✓	Ébénisterie et menuiserie fine, parquet, aménagements intérieurs
Usages spécifiques	✓	Tranchage, placage (loupes très recherchées) Sculpture Crosses de fusil (bonne stabilité cohésion transversale et élasticité) Bois tourné

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques

Originaire de régions à saison de végétation chaude et souffrant d'un déficit de chaleur sur une grande partie de la Wallonie, le noyer commun profiterait d'une augmentation des températures estivales, comme annuelles.

Bien qu'exigeante en eau, l'espèce est capable de faire face à des épisodes de sécheresse, mais il est impératif pour cela que son enracinement puisse se développer correctement, et que la réserve en eau du sol

soit suffisante. Le choix de la station pourrait donc s'avérer d'autant plus capital dans une perspective d'augmentation de la fréquence des étés secs.

Une augmentation des précipitations hivernales pourrait également le déforcer davantage sur les stations humides et à régime hydrique alternatif, et par ailleurs favoriser le développement des maladies fongiques.

9 Références majeures

- IDF (1997). *Les noyers à bois, troisième édition coordonnée par Jacques Beckey*. Paris, 144p.
- Gonin P., Larrieu L., Coello J., Marty P., Lestrade M., Beckey J., Claessens H. (2013). *Autécologie des feuillus précieux*. IDF, Paris, 63p.





Mélèze d'Europe

Europäische Lärche^{DE}, Europese Lork^{NL}, European larch^{EN}

Larix decidua Mill.

1 Résumé

1.1 Atouts

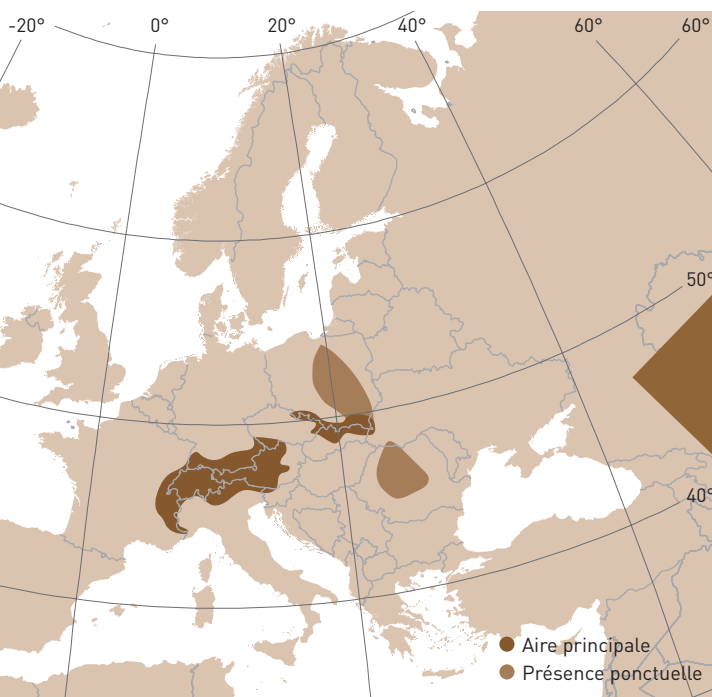
- Production d'un **bois de qualité** : excellentes **propriétés mécaniques**, durabilité naturelle, aspect **esthétique**. Très apprécié pour les emplois extérieurs (chalets, bardage) et de nombreux autres usages (charpentes et structures, menuiserie, parquet, etc.).
- Essence s'accommodant d'une **large gamme** de conditions de **richesse** de sol, des plus acides au plus calcaires.
- Divers impacts positifs en terme de **biodiversité** : couvert léger et caduc favorisant le développement de la capacité d'accueil du sous bois.
- **Intérêt paysager**

1.2 Limites

- Sujet au **chancre**, surtout dans les **situations à forte hygrométrie et mal aérées** (fonds de vallées, versants très ombragés, peuplements denses, etc.) qui favorisent les problèmes sanitaires. Les provenances de basse altitude ont toutefois une meilleure résistance (**les provenances alpines sont à proscrire**).
- **Héliophile strict**, ne **tolérant pas la compétition**, même latérale.
- Croissance juvénile très vigoureuse, mais diminuant toutefois rapidement : il est impératif de le conduire en **sylviculture dynamique**. 😞
- Système racinaire **très sensible à l'anoxie** : Les stations hydromorphes sont déconseillées, particulièrement si le sol est à texture fine (argileuse) et/ou compact.
- Très sensible au **frottis**.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Le mélèze d'Europe est une essence naturalisée qui a été introduite en Belgique dans la seconde moitié du 18^{ème} siècle.

L'aire de répartition naturelle de l'espèce est fragmentée et comprend principalement la chaîne des Alpes, le nord des Carpates (monts Sudètes, monts Tatras, Roumanie) et les plaines de Pologne. Les altitudes qu'occupe l'espèce varient considérablement selon la région concernée (voir carte). On note que dans la partie orientale de l'aire, il est en fait difficile d'évaluer le caractère naturel ou introduit de l'espèce, suite à d'importantes plantations initiées dès le 16^{ème} siècle par les populations locales.

Au début du 20^{ème} siècle, le mélèze a été largement introduit à travers les régions de basse altitude d'Europe de l'ouest, mais beaucoup de ces installations se sont soldées par des échecs. À l'époque, on recourait en effet fréquemment à des provenances alpines de haute altitude, très sujettes au chancre, et également très sensibles aux gelées tardives du fait d'un débourrement particulièrement précoce.

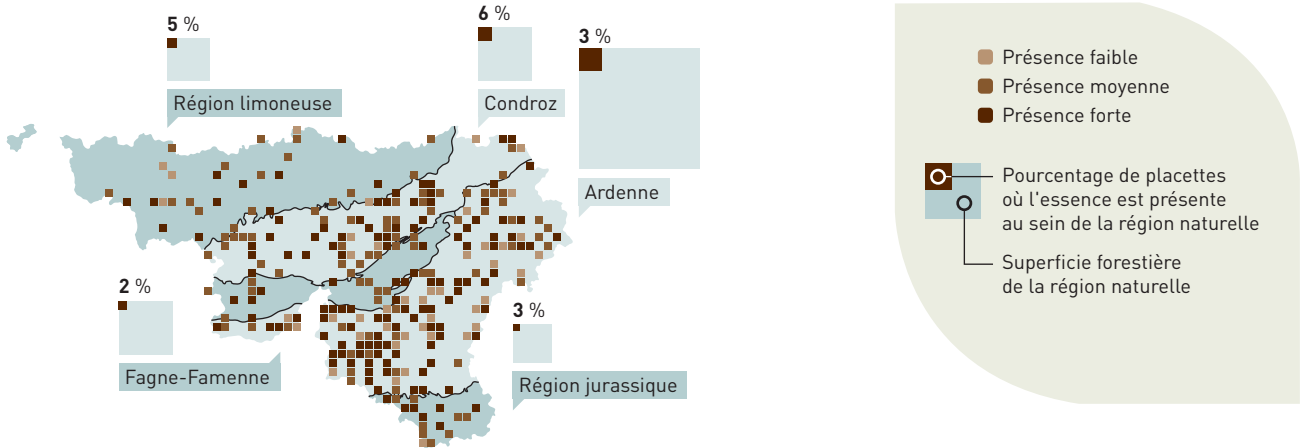
☺ Atout face aux changements climatiques

☹ Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Les mélèzes (Europe, Japon et hybrides) sont présents sur environ 4 % de la forêt wallonne, et sont assez régulièrement répartis à travers le paysage régional. Le mélèze d'Europe constitue environ le quart des peuplements.

Toutes espèces confondues, on observe environ 31 % de mélèzières pures.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : 3 à 9 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -38 °C



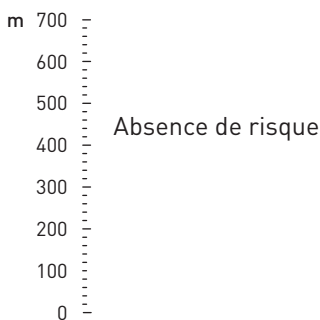
Précipitations annuelles totales : min. 600 mm



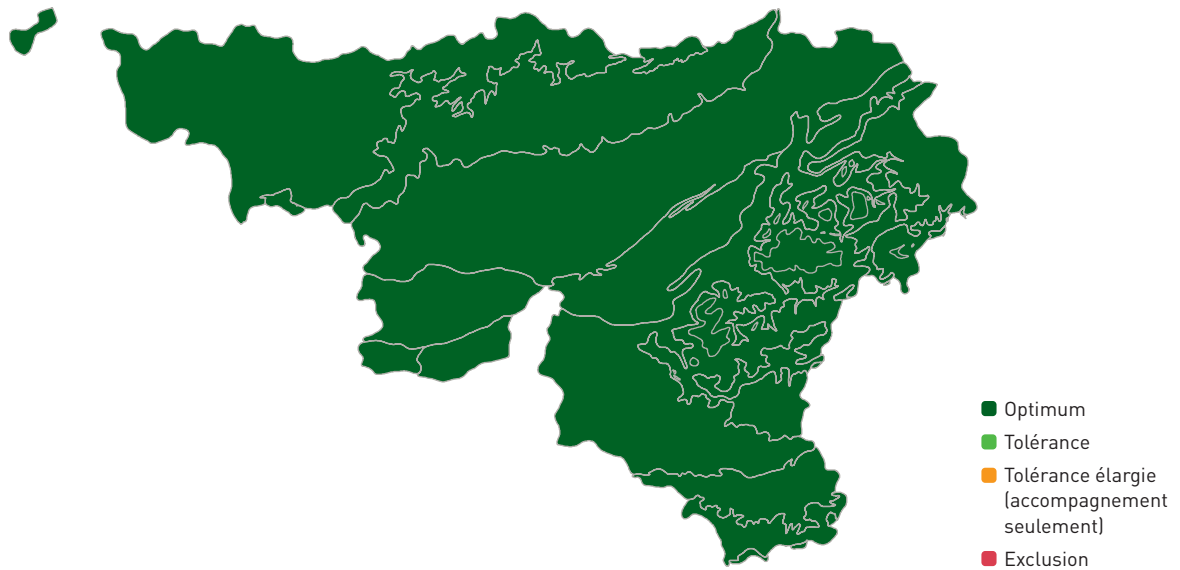
Remarque : température observée en saison de végétation : 9 à 16 °C, soit compatible avec les températures observées en Wallonie durant la même période.

3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude



3.3 Sensibilités climatiques particulières

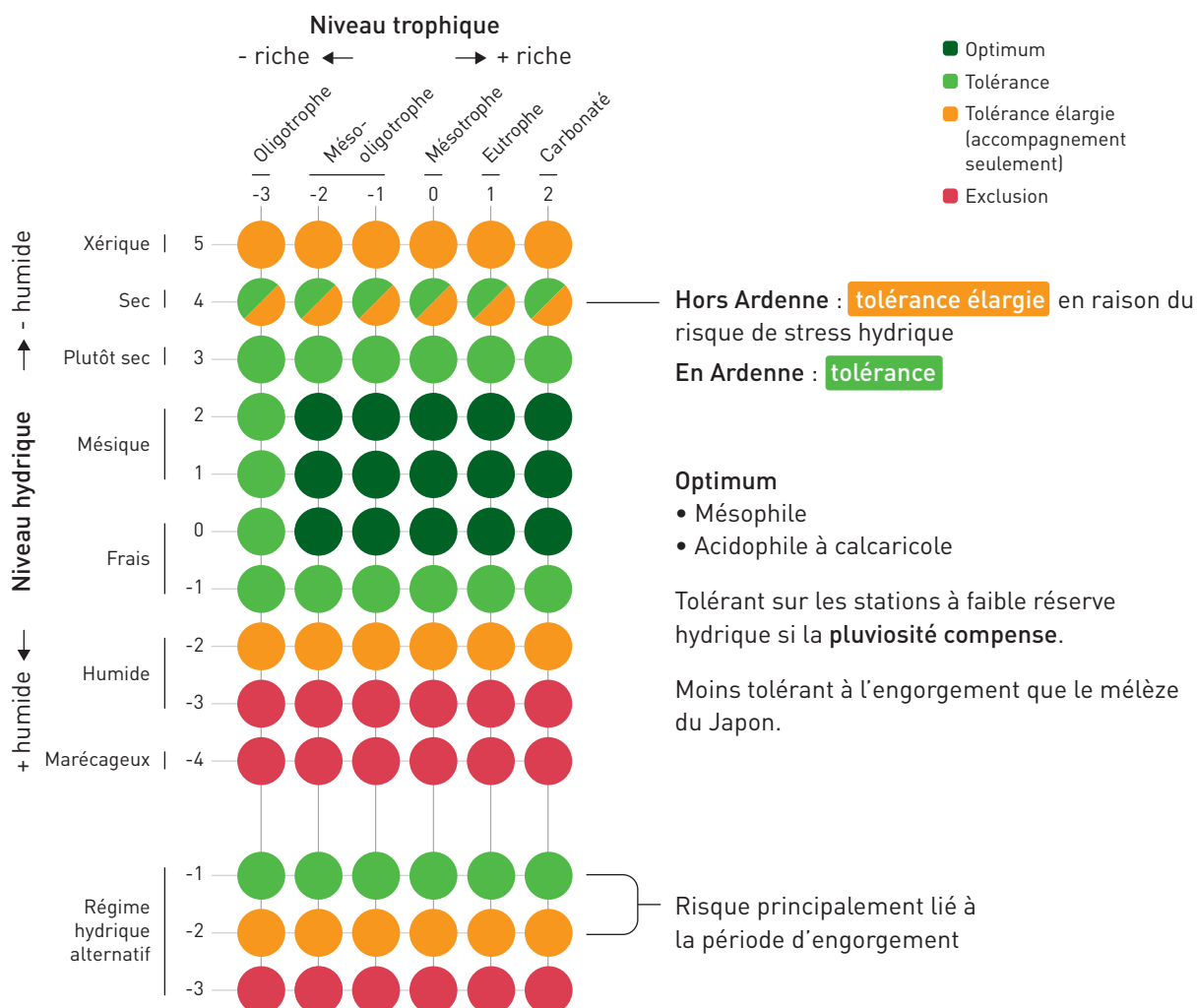


Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	S	L'espèce est assez sensible à la gelée de printemps du fait d'un débourrement précoce, par contre il y a peu de risque de destruction d'un peuplement par le gel, le mélèze y résistant relativement bien. Notons cependant que les provenances alpines de haute altitude - fréquemment utilisées par le passé - sont quant à elles très sensibles en contexte wallon, c'est pourquoi elles sont à proscrire.
Adulte	S	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	S	De manière générale, le mélèze est un grand consommateur d'eau. Il peut se maintenir sur des stations à faible réserve hydrique à condition que la pluviosité compense, on sera donc plus prudent en dehors de l'Ardenne.
Adulte	S	
Canicule		
Juvenile	PS	Espèce continentale ne souffrant pas des températures élevées, mais à condition que l'approvisionnement en eau soit suffisant.
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	PS	Résineux à feuilles caduques, branches fines et souples.
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	S	Les jeunes peuplements exposés sont peu stables car leur croissance aérienne est très forte. La densité du peuplement joue un rôle très important pour la stabilité du Mélèze : on veillera à maintenir des peuplements bien aérés dès le jeune âge pour éviter les risques de chablis.
Adulte	PS à S	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : non sensible

Acidité : peu sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **très sensible** ☹️

Stations en tolérance : mauvais enracinement, risques sanitaires

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f ou i	-4 -3		Aucun	
Sol frais à modérément humide ● Drainage e ou h ● Drainage d	-2 -1	Précipitations élevées (Ardenne) Sol compact Texture lourde (E, U)	Sol meuble ou bien structuré Hydromorphie non fonctionnelle Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie > 60-70 cm (cas du drainage d)	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** ☹️

Risque principalement lié à la période d'engorgement

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)
● Drainage h	-2 RHA	Sol peu profond : phases 2 ou 3 Sol ou horizon compact à faible profondeur : contexte schisto-argileux de Famenne, « argiles blanches »* (famille des sigles Ghx et Gix), horizon argileux, fragipan	Ressuyage rapide au printemps Sol meuble et/ou bien structuré	
● Drainage d	-1 RHA		Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie ou du pseudogley > 60-70 cm (cas du drainage d)	

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).Déficit hydrique : **sensible**

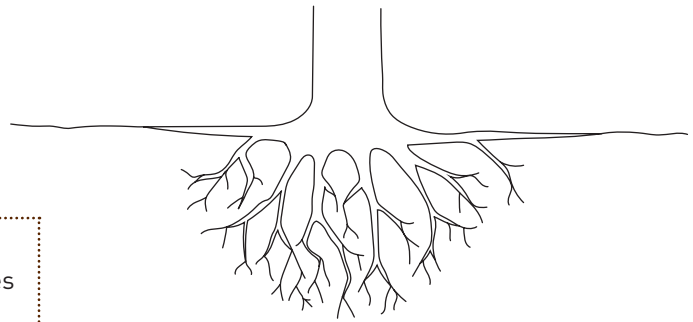
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Nappe d'eau en profondeur	
● ● Sol plutôt sec à xérique	3-5	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Oblique
- Profond et puissant (plus puissant que celui du mélèze du Japon) 😊



Bon à savoir:

L'enracinement est peu développé dans les premières années par rapport au développement aérien.

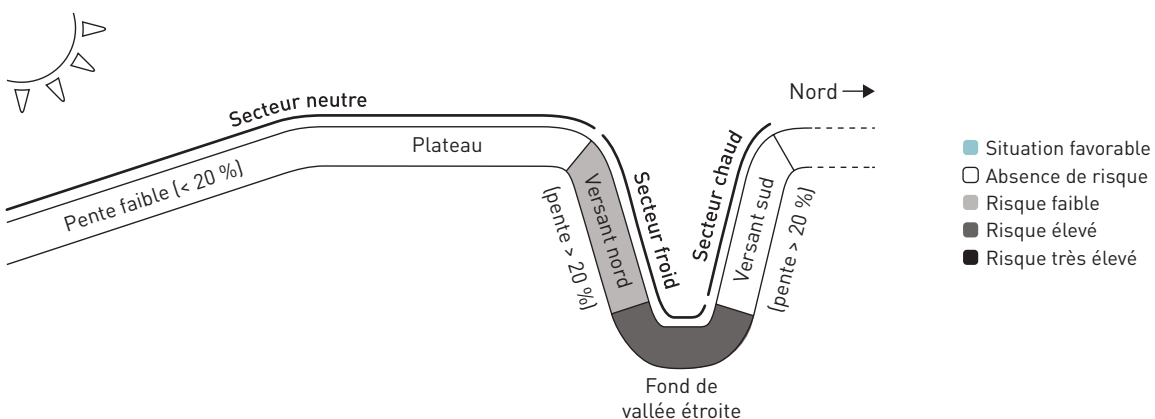
Sensibilités aux contraintes édaphiques

Anaérobiose : **très sensible** 😞 (plus sensible que le mélèze du Japon)

Compacité du sol : **très sensible**

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E Certains A compacts	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable
Substrat u		u profond (> 70 à 80 cm)	Test de structure (sols argileux)
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a profonds (> 70 à 80 cm)	Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis

4.4 Effets des microclimats topographiques



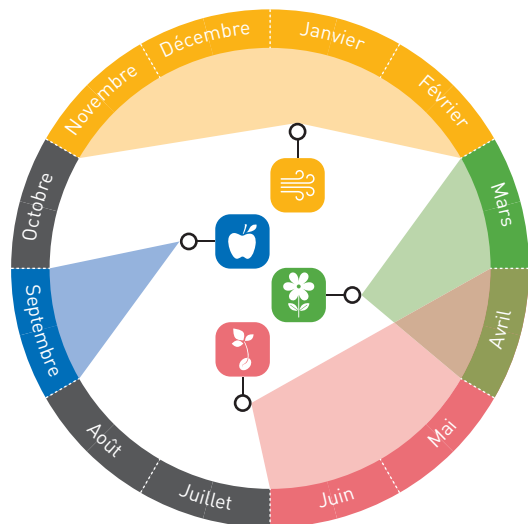
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Risque Faible. Manque d'ensoleillement (essence héliophile), hygrométrie élevée, brouillards favorisant les maladies cryptogamiques (chancre)
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Manque d'ensoleillement (essence héliophile), hygrométrie élevée, brouillards favorisant les maladies cryptogamiques (chancre)
Versant sud	<input type="checkbox"/> Absence de risque.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : mi mars à mi octobre.

Régénération sexuée



Régénération asexuée

Uniquement en conditions artificielles. Le bouturage a été réalisé en conditions contrôlées dans les programmes d'amélioration génétique.

Maturité sexuelle : 20 à 30 ans en massif.

Type de fleurs : unisexuées.

Localisation entre individus : monoïque.

Pollinisation : anémogamie.

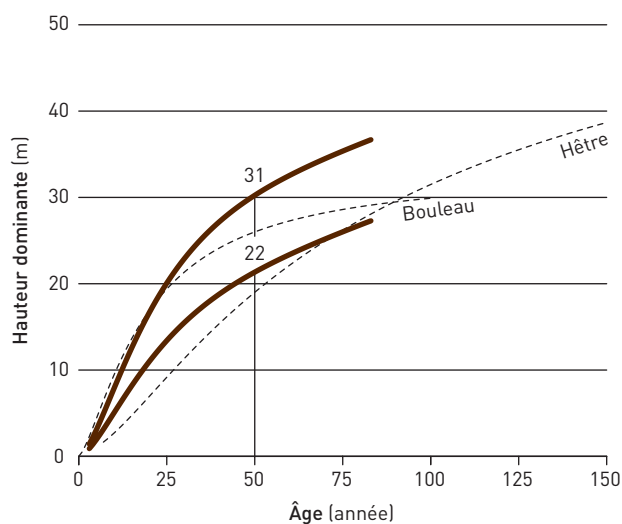
Type de fruit : cône (contenant les graines ailées).

Fréquence des fructifications : 2 à 3 ans.

Mode de dissémination : anémochorie.

Les graines sont orthodoxes et elles n'ont pas de dormance. La germination peut être cependant améliorée et mieux groupée par un froid humide de 4-6 semaines à 3°C. Dans la nature, elles germent dès que les conditions de température et d'humidité sont réunies et c'est l'hiver qui assure la levée de dormance.

5.2 Croissance et productivité



Croissance : précoce, rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité (m) : 30 à 35 m.

Productivité (AMV m³/ha/an) : 9 à 12 m³/ha/an vers 50 ans (productif).

Longévité : jusqu'à 500 ans.

Exploitabilité : 60 à 80 ans (dimensions commerciales atteintes).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

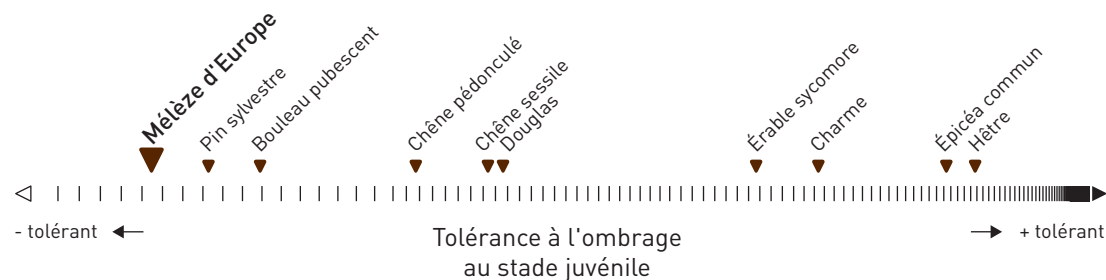
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Très intolérant à l'ombrage.
Ne supporte aucun couvert supérieur.

Stade adulte

Exige la pleine lumière, ne tolère pas la compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun (Croissance optimale)
Faible	Perte de croissance, dépérissement
Mise en lumière brutale	Gourmands en cas de déséquilibre cime/fût

5.4 Précautions à l'installation

- Faible résistance au vent des jeunes plants sur les plantations exposées (limiter la hauteur des plants, profiter d'un accompagnement ou des protections individuelles).
- Forte sensibilité à l'envahissement par les ronces, lianes, etc., qui peuvent plier les jeunes sujets. Surveiller et prévoir des dégagements.
- Essence très sensible aux dégâts faune, particulièrement au frottis.
- Héliophile strict, à croissance juvénile forte mais non soutenue, le mélèze d'Europe nécessite des éclaircies précoces et vigoureuses (sylviculture dynamique) pour atteindre les dimensions commerciales.

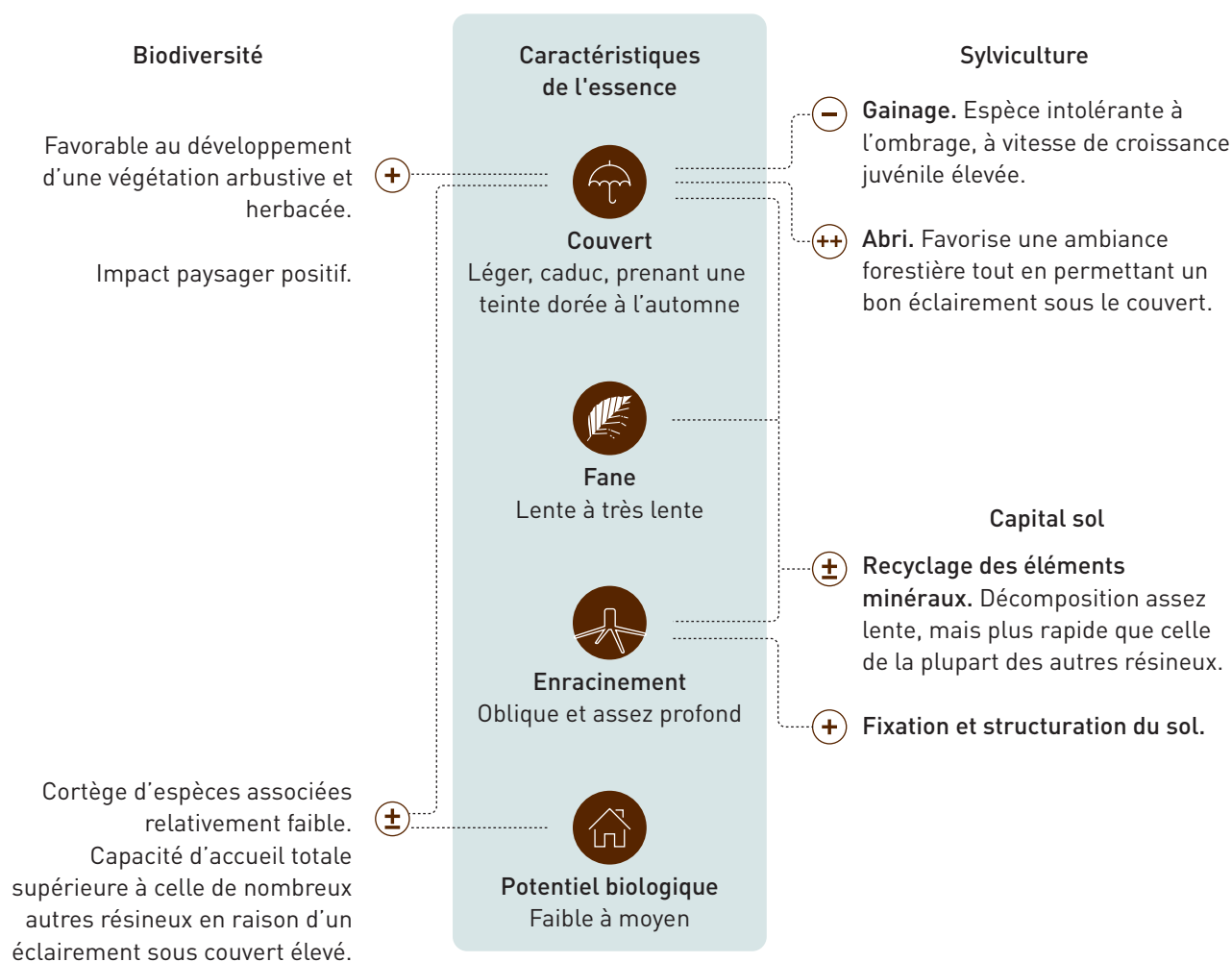
Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert

Les provenances alpines de haute altitude (hors basse Autriche) sont à proscrire en Wallonie car elles sont très sensibles aux gelées tardives et au chancre.



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Chancre	Provenance Favorisé par les dégâts du gel Humidité atmosphérique	Provenances alpines à proscrire, préférer les provenances de basse altitude (Sudètes, centre Pologne) Éviter les stations à risque : trous à gelées, stations à humidité atmosphérique ou du sol élevée, etc. Maintenir un peuplement aéré (éclaircies fortes)
Nœuds durs et peu adhérents	Développement des branches latérales	Élagage artificiel
Tige arquée, déformations du tronc	Manque d'éclaircies Vent	Assurer la rectitude au stade jeune par une mise en lumière homogène Choix de la provenance
Forte nervosité	Provenance Dégâts de neige	Choix d'une station abritée Dégagements soignés
Forte teneur en résine	Spécifique à l'espèce	

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Moyenne	
Écorcement	Moyenne	Jusqu'à la formation d'une écorce rugueuse, 10 ans environ
Frottage	Forte	Particulièrement sensible aux frotts

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

Le chancre du mélèze

Lachnellula wilkommii

Site d'attaque : le tronc et les branches.

Symptômes et dégâts : dépression de l'écorce évoluant en chancre parfois accompagné d'un écoulement de résine. Au niveau du chancre, présence possible de fructifications blanchâtres et laineuses en forme de coupelle de quelques mm dont l'intérieur est de teinte jaune-orange. Dessèchement des aiguilles au-dessus des chancres.

Conditions : surtout sur mélèze d'Europe plantés à faible altitude, en zone avec humidité importante (fond de vallée), blessures de l'écorce.

Caractère : primaire – moyennement fréquent

Risque : propagation possible aux arbres voisins (dispersion aérienne des spores), le chancre est une porte d'entrée pour d'autres pathogènes.

Conséquence : mortalité de jeunes sujets (par anneau de croissance du tronc), perte de qualité du bois.

Le Méria

Meria laricis

Site d'attaque : les aiguilles.

Symptômes et dégâts : décoloration et chute brutale des aiguilles infectées en été, d'abord à l'intérieur du houppier. Parfois en association avec *Hypodermella laricis*.

Conditions : début d'été pluvieux, site avec brouillards fréquents.

Caractère : primaire – peu fréquent. Le mélèze européen est plus sensible à la maladie que le mélèze du Japon.

Risque : propagation possible aux arbres voisins.

Conséquence : mortalité possible de jeunes sujets (les mélèzes adultes supportent la maladie sans problème).

La tache brune des aiguilles

Mycosphaerella laricina

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : en fin de printemps, début d'été, bandes brunes à rouges sur les aiguilles puis décoloration de la partie distale ; chute prématurée des aiguilles ; du bas vers le haut de l'arbre.

Conditions : printemps et été pluvieux, infections par pucerons, densité du peuplement, sol compacté et humide.

Caractère : primaire.

Risque : principalement pour les jeunes arbres.

Conséquence : réduction de croissance.

Le dessèchement des aiguilles de mélèze

Hypodermella laricis

Site d'attaque : les aiguilles.

Symptômes et dégâts : décoloration des aiguilles au printemps et en été. Les aiguilles infectées montrent des taches noires elliptiques et restent attachées aux rameaux en automne. Parfois en association avec *Meria laricis*.

Conditions : début d'été pluvieux, site avec brouillards fréquents.

Caractère : primaire – peu fréquent.

Risque : propagation possible aux arbres voisins.

Conséquence : réduction de croissance, risque de mortalité sur jeunes arbres.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent – généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Problématique émergentes

La mort subite du mélèze

Phytophthora ramorum

Site d'attaque : tronc, branche et aiguilles.

Symptômes et dégâts : sur tronc et branches, chancre suintant avec écoulement important de résine. Noircissement et chute prématurée des aiguilles en été.

Conditions : introduction de plants infectés.

Caractère : primaire – pathogène détecté en pépinière sur plantes ornementales en Belgique mais absent sur mélèze en Europe sauf au Royaume-Uni.

Risque : propagation possible aux mélèzes voisins, mais aussi à d'autres essences ligneuses situées à proximité (douglas, sapin, hêtre, châtaignier notamment).

Conséquence : risque de mortalité à l'échelle du peuplement.



Insectes

Hylobe

Hylobius abietis

Site d'attaque : écorce, collet.

Symptômes et dégâts : au printemps, morsures à la base de la tige, dépérissement.

Conditions : coupe à blanc de résineux et reboisement rapide (1-2 ans après la coupe).

Caractère : récurrent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort des jeunes plants.

Scolyte du mélèze

Ips cembrae

Site d'attaque : écorce, tronc.

Symptômes et dégâts : galeries longitudinales sous les parties épaisses de l'écorce. Généralement 3 galeries partant de la chambre nuptiale.

Conditions : arbres affaiblis, notamment en cas de stress hydrique.

Caractère : faiblesse, occasionnel.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : peut provoquer la mort d'arbres déjà affaiblis.

Teigne du mélèze, Coléophore du mélèze

Coleophora laricella

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : aiguilles brunes au printemps.

Conditions : arbres sains.

Caractère : primaire, espèce commune et largement répandue mais posant rarement des problèmes sanitaires.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : affaiblissement de l'arbre et perte de productivité en cas de pullulation plusieurs années de suite. Mortalité pour les jeunes arbres.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Excellentes propriétés mécaniques (notamment résistance à la rupture) lui conférant une grande aptitude pour les emplois structurels : charpentes, ponts, piliers, échafaudage, etc.
Utilisations extérieures	✓	Duramen de durabilité naturelle moyenne (Classe III). Bois apprécié pour certaines utilisations extérieures, notamment en bardage, mais qui peut nécessiter un traitement de préservation selon les conditions de mise en œuvre.
Aménagements intérieurs	✓	Qualités esthétiques (Duramen coloré et veiné), mécaniques, et durabilité naturelle autorisant un usage en intérieur sans traitement de préservation. Très adapté pour de nombreux usages : meubles et aménagements intérieurs, parquets, lambris, etc.
Usages spécifiques	✓	Mâts Lamellé-collé Tranchage

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques

Qu'il s'agisse des variétés alpines ou d'Europe de l'Est, le mélèze d'Europe est une essence à affinité continentale habituée à des étés plus chauds qu'en Wallonie. L'espèce ne devrait donc pas souffrir directement d'une augmentation des températures estivales.

Il s'agit néanmoins d'un grand consommateur d'eau, et sa capacité à se maintenir sur des stations à faible

réserve hydrique est dépendante d'une pluviosité suffisante principalement pendant la période de végétation. On sera donc prudent quant à l'installation de mélèze d'Europe sur des stations à tendance sèche, principalement en dehors de l'Ardenne.

9 Références majeures

- Fourchy P. (1952). **Ecologie du Mélèze: particulièrement dans les Alpes françaises**. Ecole Nationale des Eaux et Forêts, 137 p.
- Riou-Nivert P. (2001). **Le mélèze**. IDF. Paris. 144p.
- **Journées Mélèze** (2002). Numéro spécial Forêt Wallonne, 48 p.



Wallonie
environnement
SPW

UCLouvain
Earth and Life Institute

LIÈGE université
Gembloux
Agro-Bio Tech

FORÊT
•NATURE



Mélèze hybride

Hybridlärche^{DE}, Hybride Lork^{NL}, Hybrid larch^{EN}

Larix x eurolepis A. Henry

MÉLÈZE
HYBRIDE

1 Résumé

1.1 Atouts

- Productivité supérieure aux deux espèces parents. **Attention toutefois aux répercussions sur la qualité du bois produit.**
- Résistant au chancre, à l'inverse de la variété européenne.
- Essence à très large amplitude trophique.
- Divers impacts positifs en termes de biodiversité : couvert léger et caduc favorisant le développement du sous bois et la capacité d'accueil, intérêt paysager.

1.2 Limites

- Écologie encore très mal connue.
- Héliophile strict, ne tolère pas la compétition, même latérale.
- Très frotté par le chevreuil.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle

Le mélèze hybride résulte du croisement entre les espèces européenne et japonaise.

Les premiers hybrides spontanés entre les deux variétés furent décrits en 1900 en Écosse par E.J. Elwes et A. Henry. Le premier croisement artificiel entre les deux espèces fût, quant à lui, réalisé au début du 20^e siècle, par le généticien géorgien Salomon Kurdiani, en Pologne. Kurdiani rapporta une croissance bien supérieure de l'hybride par rapport à celle des arbres parents, qu'il imputa à l'effet d'hétérosis. Ce premier essai concluant fût à l'origine de programmes de croisements qui virent le jour à travers l'Europe (Écosse, Danemark, Allemagne, Belgique, Pays Bas, France).

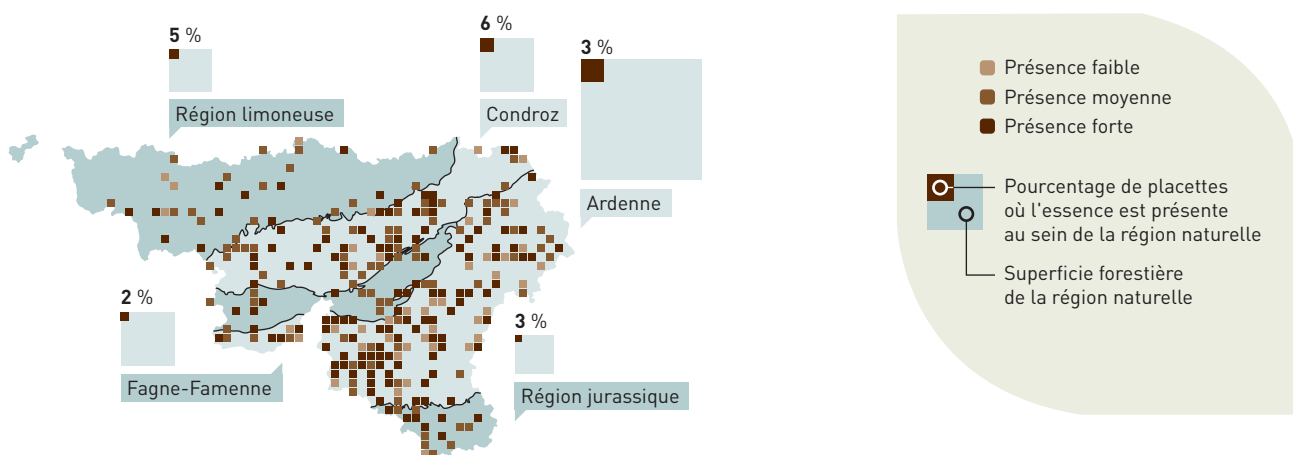
☺ Atout face aux changements climatiques

☹ Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Les mélèzes (Europe, Japon et hybrides) sont présents sur environ 4 % de la forêt wallonne, et sont assez régulièrement répartis à travers le paysage régional. Les peuplements de mélèzes hybrides sont pour l'heure très marginaux.

Toutes espèces confondues, on observe environ 31 % de mélèzières pures.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : pas d'informations



Températures minimale et maximale absolues : pas d'informations

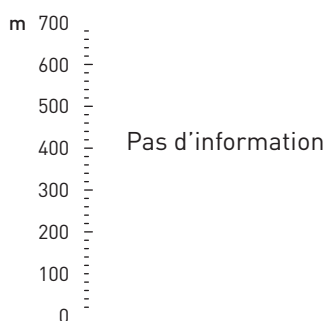


Précipitations annuelles totales : pas d'informations



3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude



3.3 Sensibilités climatiques particulières

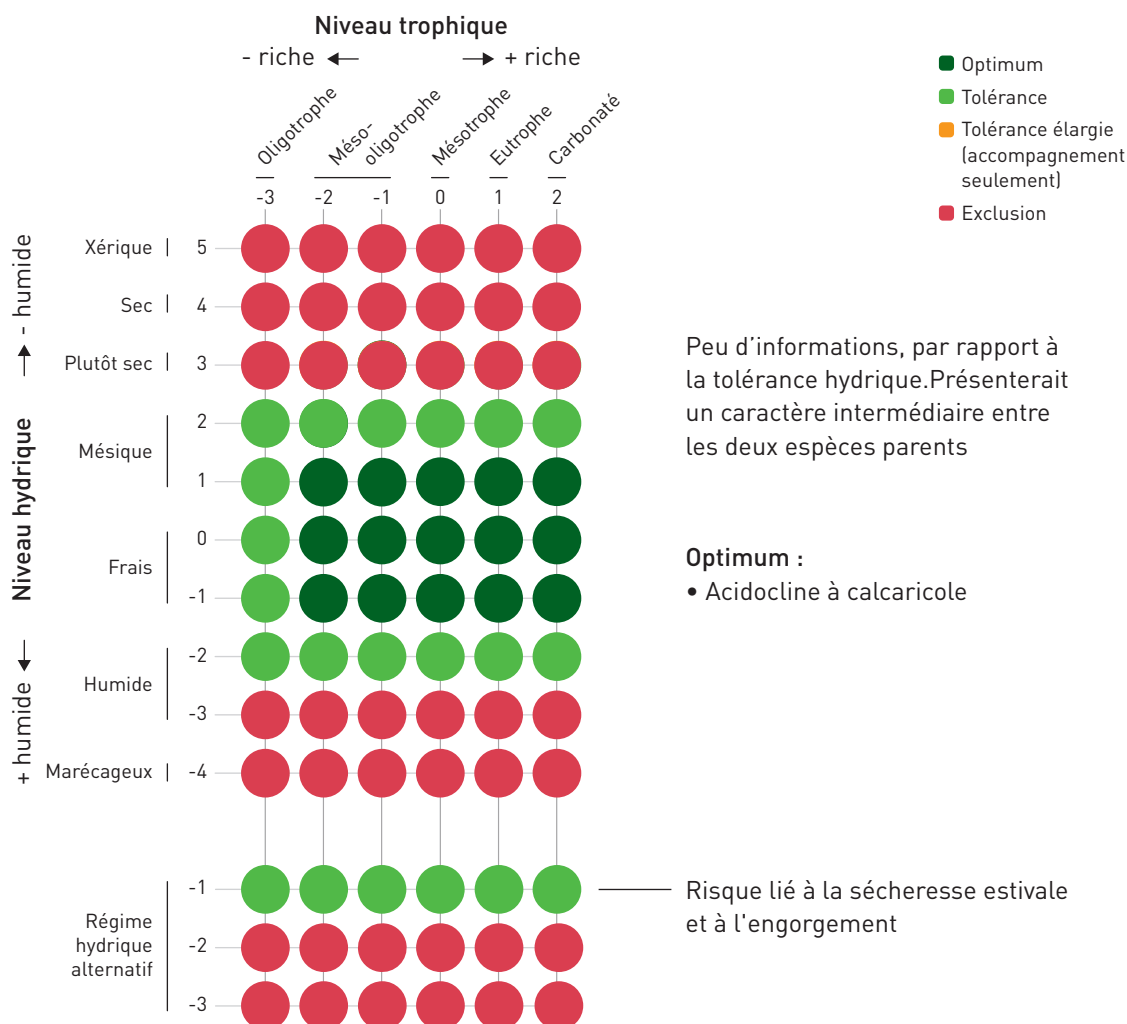
Absence de données

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	?	
Adulte	?	
Sécheresse		
Juvenile	?	
Adulte	?	
Canicule		
Juvenile	?	
Adulte	?	
Neige et givre		
Juvenile	?	
Adulte	?	
Vent		
Juvenile	TS	Très forte croissance juvénile, installer en zone abritée
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : non sensible

Acidité : peu sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Podzol ou sol oligotrophe ● Profil g ou pH < 3,8	-3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Stations en tolérance : mauvais enracinement, risques de chablis

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			Relevé floristique Régime hydrique effectif
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f, i	-4 -3		Aucun	
Sol modérément humide ● Drainage e, h	-2	Précipitations élevées (Ardenne) Texture fine: argileuse, limono-argileuse (E, U) et/ou sol compact	Sol bien structuré Texture filtrante : sableuse, limono-sableuse	Sondage pédologique

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** ☹️

Risque lié à la sécheresse estivale et à l'engorgement.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage h, i	-2 à -3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif
● Drainage d	-1 RHA	Contexte schisto-argileux de Famenne Texture fine : argile et argile lourde (E, U)	Sol bien structuré Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie ou du pseudogley > 60-70 cm (cas du drainage d)	Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)

Déficit hydrique : serait sensible à très sensible ; encore mal connu ☹️

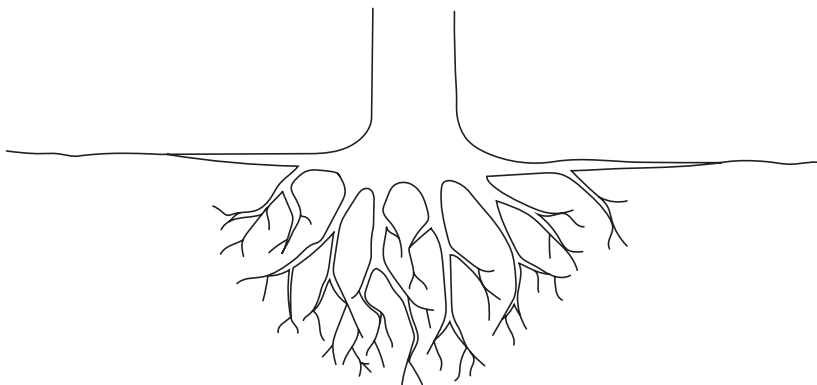
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol superficiel ● Phases 6	5			Position topographique
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Aucun	
● Sol plutôt sec à xérique	5			
● Sol mésique	2	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne) Nappe d'eau en profondeur Présence d'argile en profondeur : substrat u, développement de profil a et pour textures L, A et E, variante de matériau parental meuble y	Sondage pédologique profond Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Oblique

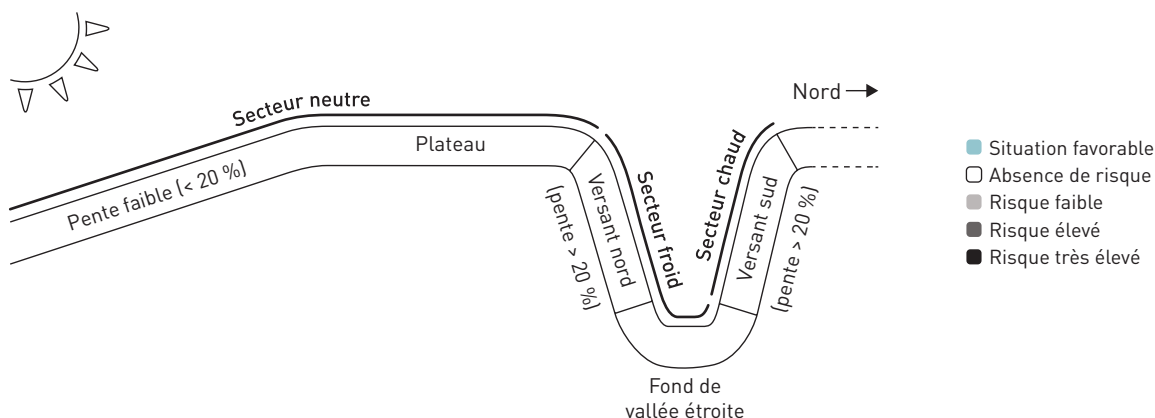


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **sensible**
- Compacité du sol : **sensible**

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable Test de structure (sols argileux) Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis
Substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	

4.4 Effets des microclimats topographiques



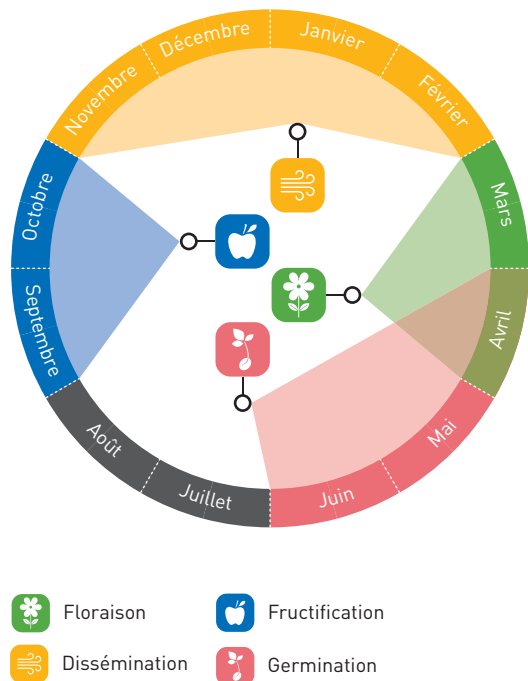
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Fond de vallée étroite	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant sud	<input type="checkbox"/> Absence de risque.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : fin mars à novembre

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : 20 à 30 ans en massif.

Type de fleurs : unisexuées.

Localisation entre individus : monoïque.

Pollinisation : anémogamie.

Type de fruit : cône (contenant les graines ailées).

Fréquence des fructifications : 2 à 3 ans.

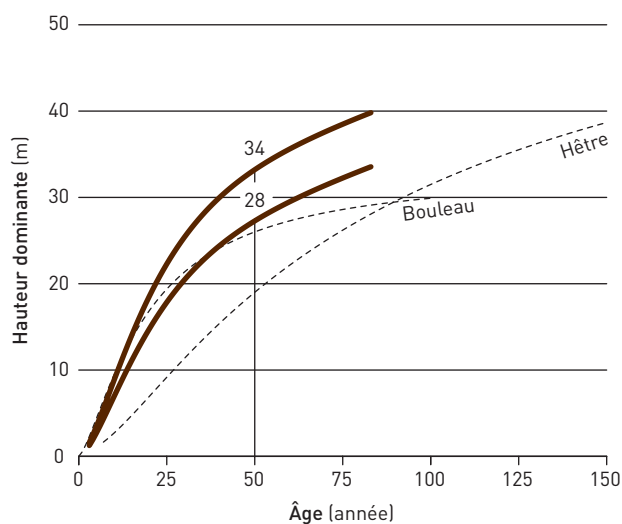
Mode de dissémination : anémochorie, zoochorie.

Les graines sont orthodoxes et elles n'ont pas de dormance. La germination peut être cependant améliorée et mieux groupée par un froid humide de 4-6 semaines à 3°C. Dans la nature, elles germent dès que les conditions de température et d'humidité sont réunies et c'est l'hiver qui assure la levée de dormance. La régénération naturelle des plantations de mélèze hybride (surtout de type F2) n'est pas conseillée.

Régénération asexuée

Uniquement en conditions artificielles. Le bouturage a été réalisé en conditions contrôlées dans les programmes d'amélioration génétique. En Wallonie, dans les années 1980-90, le bouturage en masse de plants au stade juvénile (âge inférieur à 5 – 15 ans) a été réalisé pour la plantation forestière. Ces variétés multiclonales ont été abandonnées au début des années 2000.

5.2 Croissance et productivité



Croissance : précoce, rapide et non soutenue .

Hauteur à maturité (m) : 30 à 40 m.

Productivité (AMV m³/ha/an) : 15 à 16 m³/ha/an vers 30 ans (très productif).

Longévité : jusqu'à 500 ans.

Exploitabilité : 60 à 80 ans (dimensions commerciales atteintes).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Très intolérant à l'ombrage.

Stade adulte

Héliophile.

Exige la pleine lumière, ne tolère pas la compétition latérale.

Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclairage	Risque
Élevé	Aucun (croissance optimale)
Faible	Faible perte de croissance, dépérissement
Mise en lumière brutale	Gourmands en cas de déséquilibre cime/fût

5.4 Précautions à l'installation

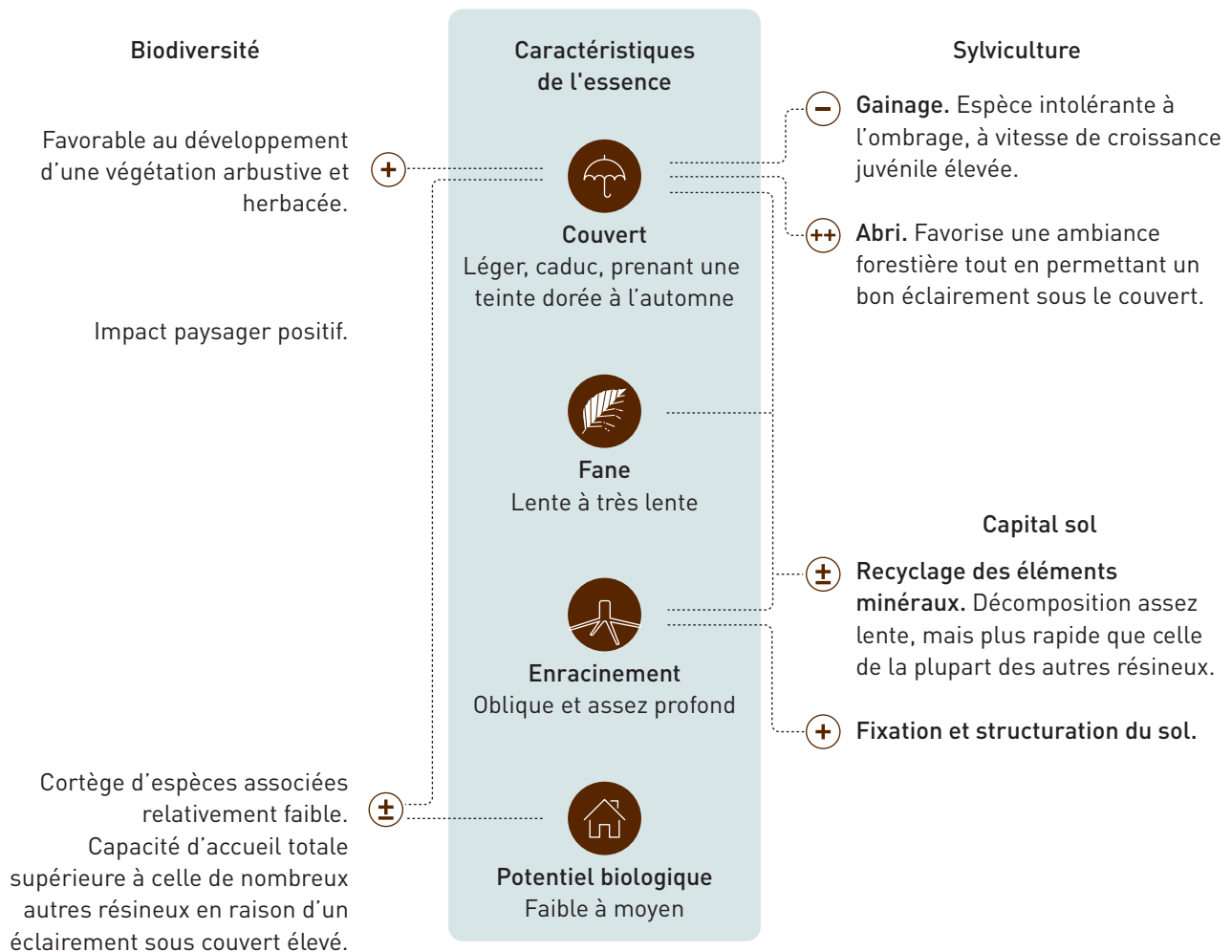
- Faible résistance des jeunes plants au vent sur les plantations exposées (limiter la hauteur des plants, profiter des protections individuelles).
- Forte sensibilité à l'envahissement par les ronces, lianes, etc., qui peuvent plier les jeunes sujets. Surveiller et prévoir des dégagements.
- Essence très sensible aux dégâts de la faune, particulièrement au frottis.
- Héliophile strict, à croissance juvénile forte, mais non soutenue, le mélèze nécessite des éclaircies précoces et vigoureuses (sylviculture dynamique), sous peine de dépérir.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Présenterait une meilleure rectitude que les deux espèces parents, mais forme des troncs parfois tortueux. Le mélèze hybride est résistant au chancre.

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Moyenne	
Écorcement	Moyenne	Jusqu'à la formation d'une écorce rugueuse, 10 ans environ
Frottage	Forte	Particulièrement sensible aux frotis de chevreuil, l'utilisation de protections est indispensable

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

Le chancre du mélèze

Lachnellula wilkommii

Site d'attaque : le tronc et les branches.

Symptômes et dégâts : dépression de l'écorce évoluant en chancre parfois accompagné d'un écoulement de résine. Au niveau du chancre, présence possible de fructifications blanchâtres et laineuses en forme de coupelle de quelques mm dont l'intérieur est de teinte jaune-orange. Dessèchement des aiguilles au-dessus des chancres.

Conditions : le mélèze hybride est en général moins sensible que le mélèze d'Europe. La maladie se rencontre sur arbres plantés à faible altitude, en zone avec humidité importante (fond de vallée) ; blessures de l'écorce.

Caractère : primaire – moyennement fréquent.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (dispersion aérienne des spores), le chancre est une porte d'entrée pour d'autres pathogènes.

Conséquence : mortalité de jeunes sujets (par anneau de croissance du tronc), perte de qualité du bois.

Le Méria

Meria laricis

Site d'attaque : les aiguilles.

Symptômes et dégâts : décoloration et chute brutale des aiguilles infectées en été, d'abord à l'intérieur du houppier. Parfois en association avec *Hypodermella laricis*.

Conditions : début d'été pluvieux, site avec brouillards fréquents.

Caractère : primaire – peu fréquent. Le mélèze européen est plus sensible à la maladie que le mélèze du Japon.

Risque : propagation possible aux arbres voisins .

Conséquence : mortalité possible de jeunes sujets (les mélèzes adultes supportent la maladie sans problème).

La tache brune des aiguilles

Mycosphaerella laricina

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : en fin de printemps, début d'été, bandes brunes à rouges sur les aiguilles puis décoloration de la partie distale ; chute prématurée des aiguilles ; du bas vers le haut de l'arbre.

Conditions : printemps et été pluvieux, infections par pucerons, densité du peuplement, sol compacté et humide.

Caractère : primaire.

Risque : principalement pour les jeunes arbres.

Conséquence : réduction de croissance.

Le dessèchement des aiguilles de mélèze

Hypodermella laricis

Site d'attaque : les aiguilles.

Symptômes et dégâts : décoloration des aiguilles au printemps et en été. Les aiguilles infectées montrent des taches noires elliptiques et restent attachées aux rameaux en automne. Parfois en association avec *Meria laricis*.

Conditions : début d'été pluvieux, site avec brouillards fréquents.

Caractère : primaire – peu fréquent.

Risque : peu d'impact mais propagation possible aux arbres voisins.

Conséquence : réduction de croissance.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent – généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Problématique émergentes**La mort subite du mélèze**

Phytophthora ramorum

Site d'attaque : tronc, branche et aiguilles.

Symptômes et dégâts : sur tronc et branches, chancre suintant avec écoulement important de résine. Noircissement et chute prématurée des aiguilles en été.

Conditions : introduction de plants infectés.

Caractère : primaire – pathogène détecté en pépinière sur plantes ornementales en Belgique mais absent sur mélèze en Europe sauf au Royaume-Uni.

Risque : propagation possible aux mélèzes voisins, mais aussi à d'autres essences ligneuses situées à proximité (douglas, sapin, hêtre, châtaignier notamment).

Conséquence : risque de mortalité à l'échelle du peuplement.

**Insectes****Hylobe**

Hylobius abietis

Site d'attaque : écorce, collet.

Symptômes et dégâts : au printemps, morsures à la base de la tige, dépérissement.

Conditions : coupe à blanc de résineux et reboisement rapide (1-2 ans après la coupe).

Caractère : récurrent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort des jeunes plants.

Scolyte du mélèze

Ips cembrae

Site d'attaque : écorce, tronc.

Symptômes et dégâts : galeries longitudinales sous les parties épaisses de l'écorce. Généralement 3 galeries partant de la chambre nuptiale.

Conditions : arbres affaiblis, notamment en cas de stress hydrique.

Caractère : faiblesse, occasionnel.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : peut provoquer la mort d'arbres déjà affaiblis.

Teigne du mélèze, Coléophore du mélèze

Coleophora laricella

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : aiguilles brunes au printemps

Conditions : arbres sains.

Caractère : primaire, espèce commune et largement répandue mais posant rarement des problèmes sanitaires.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : affaiblissement de l'arbre et perte de productivité en cas de pullulation plusieurs années de suite. Mortalité pour les jeunes arbres.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	À largeur de cerne égale, les propriétés mécaniques du mélèze hybride seraient comparables à celles des deux espèces parents ; il serait donc admis en structure. Néanmoins, en région wallonne, les bois produits ont très généralement une largeur de cerne bien supérieure, induisant une trop faible densité, et donc un déclassement pour cet usage.
Utilisations extérieures	✓	Duramen de durabilité naturelle moyenne (Classe III). Bois apprécié pour certaines utilisations extérieures, notamment en bardage, mais qui peut nécessiter un traitement de préservation selon les conditions de mise en œuvre.
Aménagements intérieurs	✓	Qualités esthétiques (duramen coloré et veiné) et durabilité naturelle autorisant un usage en intérieur sans traitement de préservation. Adapté pour de nombreux usages : meubles et aménagements intérieurs, parquets, lambris, etc.
Usages spécifiques	✓	Mâts Lamellé-collé

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques

Peu d'informations, serait assez sensible au déficit hydrique.

9 Références majeures

- Riou-Nivert P. (2001). **Le mélèze**. IDF. Paris, 144 p.





Mélèze du Japon

Japanische Lärche^{DE}, Japanse Lork^{NL}, Japanese larch^{EN}

Larix kaempferi (Lambert) Carr.

1 Résumé

1.1 Atouts

- Production d'un **bois de qualité (durabilité naturelle, aspect esthétique)**, apprécié pour de nombreux usages : bardage, menuiserie, parquet, etc.
- **Croissance particulièrement rapide sur ses bonnes stations** : fonds de vallées et bas de versant bien pourvus en eau, mais sans excès. Plus productif que le mélèze d'Europe. Attention toutefois aux répercussions sur la largeur de cernes.
- **Résistant au chancre**, au contraire du mélèze d'Europe.
- Essence s'accommodant d'une **large gamme** de conditions de **richesse de sol**, des plus acides au plus calcaires.
- Divers impacts positifs en terme de **biodiversité** : couvert léger et caduc favorisant le développement de la capacité d'accueil du sous bois.
- **Intérêt paysager**.

1.2 Limites

- Espèce originaire d'un climat à mousson d'été, **très sensible à la sécheresse estivale** : ne pas installer sur une station à faible réserve en eau (attention aux sols peu profonds et sableux). Etre particulièrement prudent au nord du sillon Sambro-Mosan. 😞
- **Très sensible au vent**, qui peut provoquer chablis (particulièrement sur station inadaptée) et **déformation de la tige** « en sabre ».
- **Sensible à la neige collante**, surtout dommageable dans le jeune âge : peut occasionner déformations de tige, bris de branches et chablis.
- **Très héliophile et très sensible à la compétition**, même latérale.
- Croissance juvénile très vigoureuse, mais diminuant toutefois rapidement : il est impératif de le conduire en **sylviculture dynamique**.
- Très sensible au **frottis**.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Le mélèze du Japon est une essence naturalisée qui a été introduite en Belgique après la seconde guerre mondiale. Il a progressivement supplanté le mélèze d'Europe en raison de sa résistance au chancre et de sa croissance plus rapide.

Dans son pays d'origine, il occupe une aire très restreinte limitée à la zone montagneuse de l'île de Hondo, où il occupe les altitudes variant d'environ 1300 à plus de 2600 m. Il s'agit d'une espèce montagnarde de climat tempéré froid, soumis à la mousson estivale.

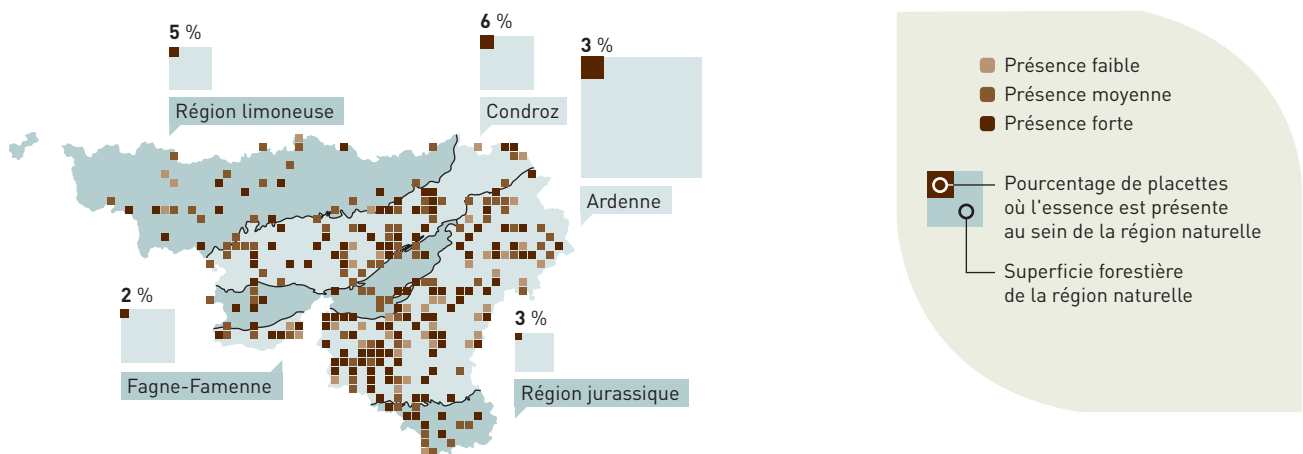
- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Les mélèzes (Europe, Japon et hybrides) sont présents sur environ 4 % de la forêt wallonne, et sont assez régulièrement répartis à travers le paysage régional. Le mélèze d'Europe constitue environ le quart des peuplements.

Toutes espèces confondues, on observe environ 31 % de mélèzières pures.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : de -1 à 5 °C, mais 8 à 16 °C en saison de végétation

■ Aire de l'essence
■ Wallonie



Températures minimale et maximale absolues : min. -28 °C



Précipitations annuelles totales : min. 1500 mm dans son aire d'origine

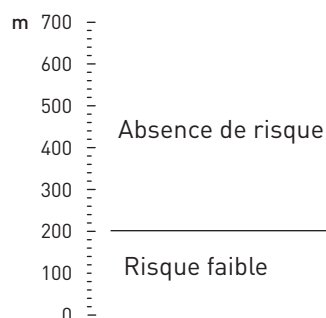


Remarque : températures observées en saison de végétation : 8 à 16 °C, soit compatible avec les températures observées en Wallonie durant la même période.

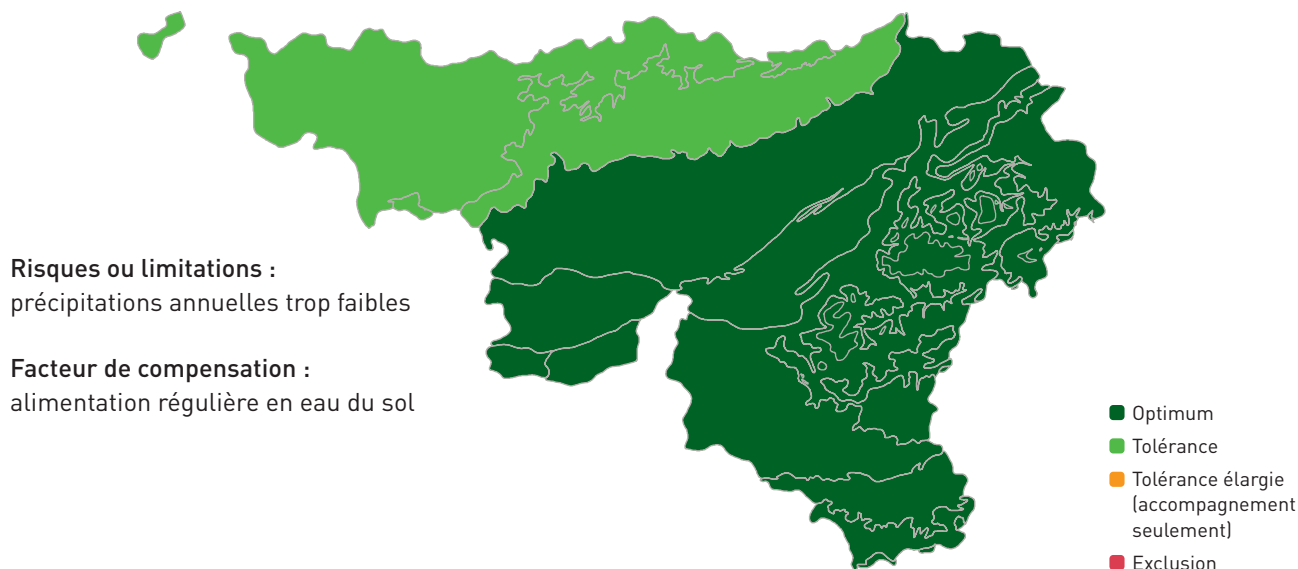
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

En dessous de 200 m, le mélèze du Japon souffre d'un déficit en précipitations annuelles.



3.3 Sensibilités climatiques particulières

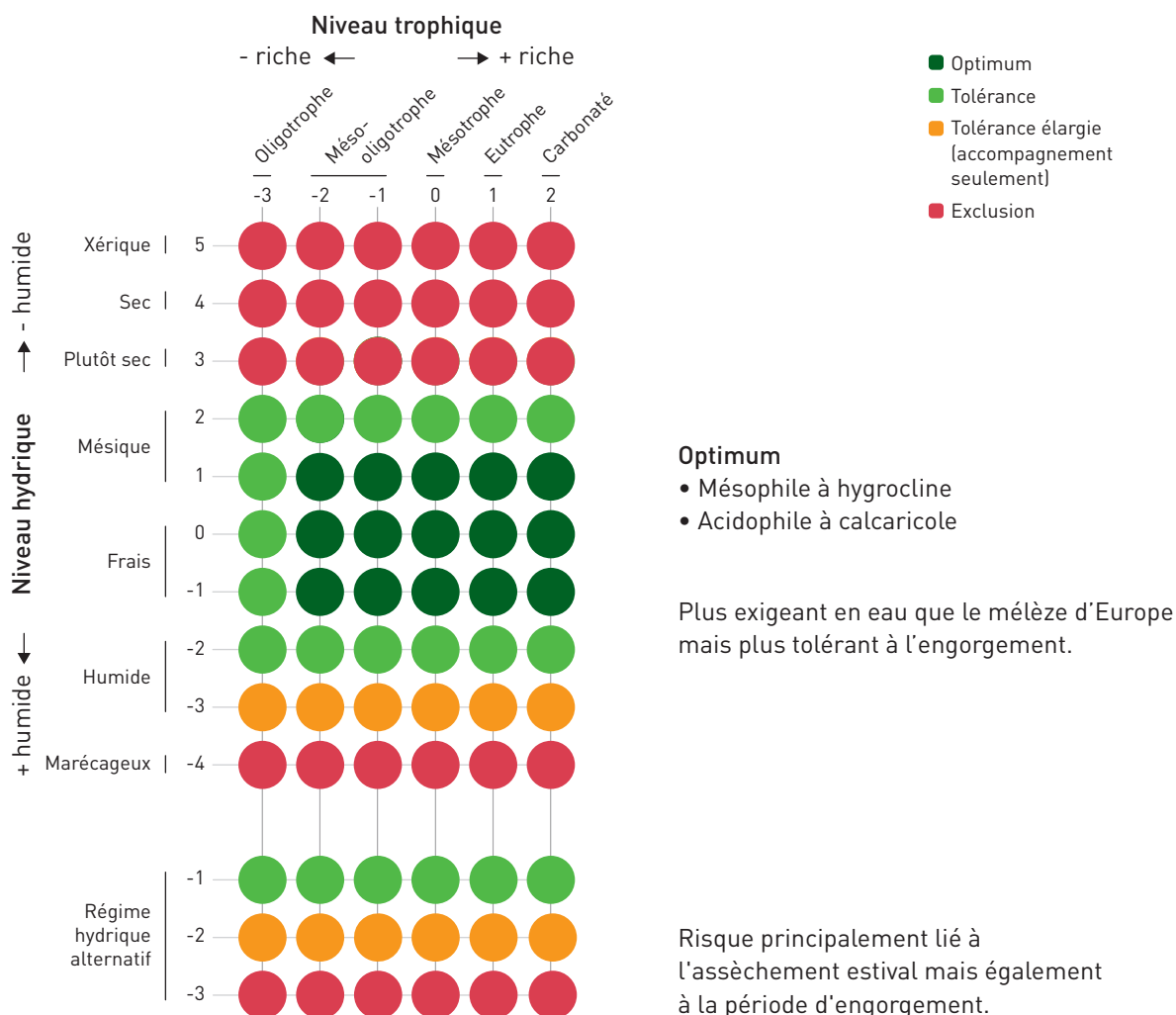


Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvénile	PS	
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvénile	S	Cycle de végétation se prolongeant tard dans la saison.
Adulte	S	
Sécheresse		
Juvénile	TS ☹️	Originaire d'un climat soumis à la mousson avec d'importantes pluies d'été et une humidité de l'air très élevée, il nécessite des précipitations régulières tout au long de l'année, et est particulièrement sensible au déficit hydrique en période de végétation.
Adulte	TS ☹️	
Canicule		
Juvénile	?	Absence de données quant aux températures maximales que l'arbre peut affronter mais il est très probable qu'une canicule s'accompagnant d'une sécheresse serait très dommageable à l'essence au vu des pluviosités enregistrées en été dans son aire d'origine.
Adulte	?	
Neige et givre		
Juvénile	S	Perdant ses aiguilles plus tard que le mélèze d'Europe et doté d'une cime ample, l'espèce est sensible à la neige collante qui peut occasionner des déformations de tige, bris de branches et chablis.
Adulte	S	
Vent		
Juvénile	S	Doté d'une cime ample, d'une croissance en hauteur plus élevée que le mélèze d'Europe combinée à un enracinement moins puissant : <ul style="list-style-type: none"> • déformations de croissance formant une tige « en sabre », • chablis, particulièrement sur stations inadaptées.
Adulte	S	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : non sensible

Acidité : peu sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou Podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Stations en tolérance : mauvais enracinement, risques de chablis

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4		Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique
Sol marécageux ● Drainage g	-4			
Sol très humide à modérément humide ● Drainage f, i ● Drainage e, h	-3 -2	Précipitations élevées (Ardenne) Sol compact Texture lourde (E, U)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** 😞

Risque principalement lié à l'assèchement estival, mais également à la période d'engorgement

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)
● Drainage h	-2 RHA	Sol compact, ou horizon compact à faible profon- deur : contexte schisto-argi- leux de Famenne, « argiles blanches »* (familles de sigles Ghx), horizon argileux, fragipan	Sol meuble et/ou bien structuré	
● Drainage d	-1 RHA	Sol peu profond : phases 2 ou 3	Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie ou du pseudogley > 60-70 cm (cas du drainage d)	

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).Déficit hydrique : **Très sensible** 😞

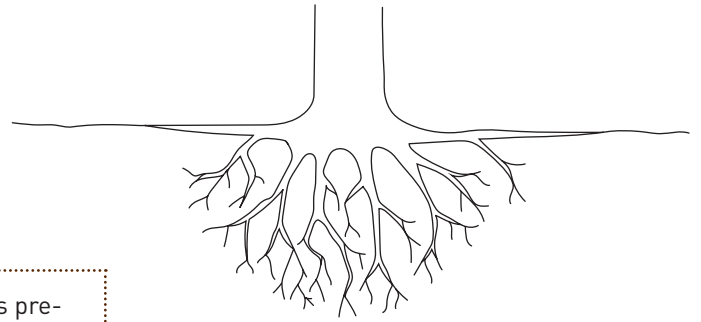
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Aucun	Position topographique
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5			
● Sol plutôt sec à xérique	3-5			
● Sol mésique	2	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevée (Ardenne) Présence d'argile en profondeur : substrat u, développement de profil a et pour textures L, A et E, variante de matériau parental meuble y	Sondage pédologique profond Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Oblique
- Profond et puissant (moins puissant que celui du mélèze d'Europe) 😊



Bon à savoir : l'enracinement est peu développé dans les premières années par rapport au développement aérien.

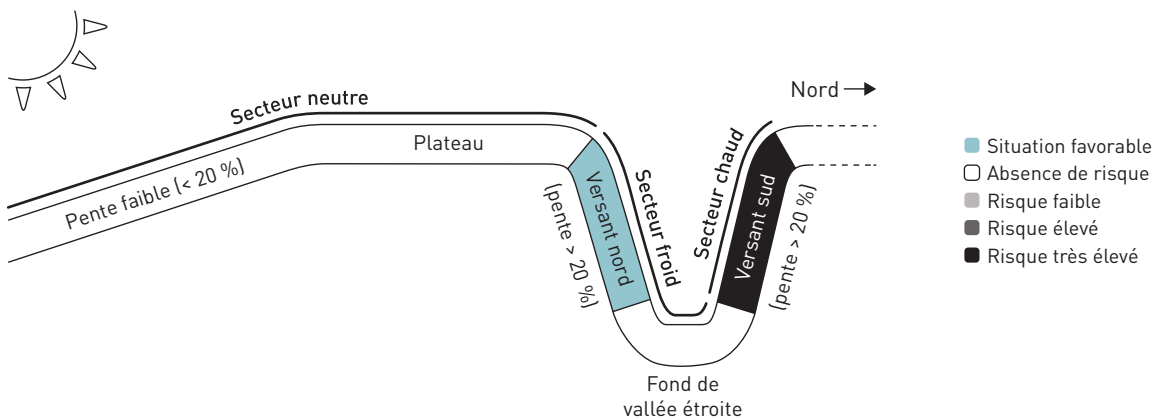
Sensibilités aux contraintes édaphiques

Anaérobiose : **sensible** (moins sensible que le mélèze d'Europe), le système racinaire sur sol compact ou très humide devient traçant et l'espèce est sujette aux chablis de vent (comportement assez similaire à celui de l'épicéa).

Compacité du sol : **sensible**

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable Test de structure (sols argileux) Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis
Substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	

4.4 Effets des microclimats topographiques



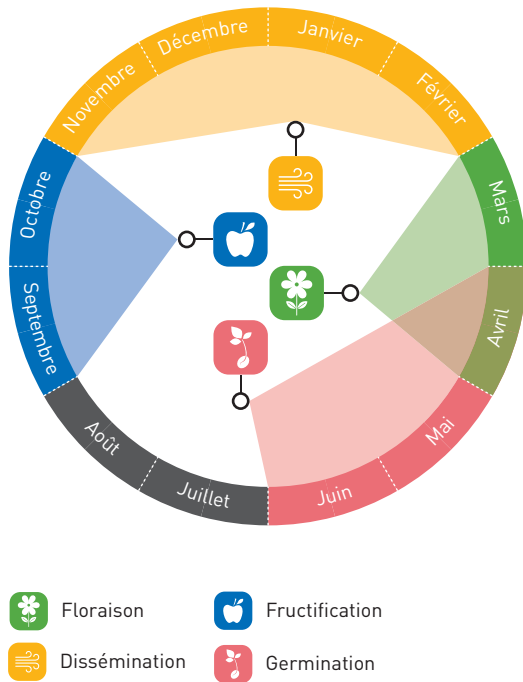
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Situation favorable. Hygrométrie élevée, brouillards (essence submontagne).
Fond de vallée étroite	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Risque très élevé. Risque important de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : avril à novembre.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : **20 à 30 ans en massif.**

Type de fleurs : **unisexuées.**

Localisation entre individus : **monoïque.**

Pollinisation : **anémogamie.**

Type de fruit : **cône (contenant les graines ailées) .**

Fréquence des fructifications : **2 à 3 ans.**

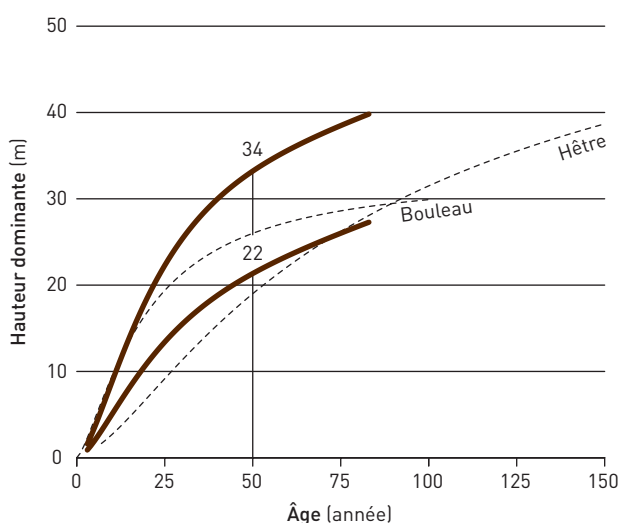
Mode de dissémination : **anémochorie.**

Les graines sont orthodoxes et elles n'ont pas de dormance. La germination peut être cependant améliorée et mieux groupée par un froid humide de 4-6 semaines à 3°C. Dans la nature, elles germent dès que les conditions de température et d'humidité sont réunies et c'est l'hiver qui assure la levée de dormance.

Régénération asexuée

Uniquement en conditions artificielles. Le bouturage a été réalisé en conditions contrôlées dans les programmes d'amélioration génétique.

5.2 Croissance et productivité



Croissance : précoce, rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité (m) : de 30 à plus de 36 m.

Productivité (AMV m³/ha/an) : 10 à 13 m³/ha/an vers 40 ans (très productif).

Longévité : Plusieurs siècles dans son aire d'origine.

Exploitabilité : 80 ans (dimensions commerciales atteintes).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

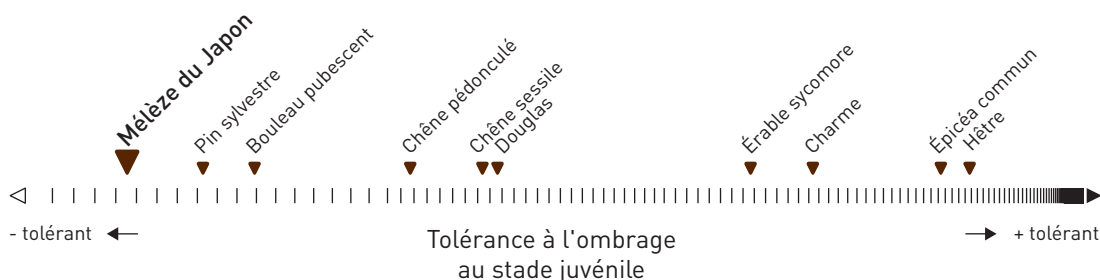
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Très intolérant à l'ombrage.
Ne supporte aucun couvert supérieur.

Stade adulte

Héliophile.
Exige la pleine lumière, ne tolère pas la compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun (croissance optimale)
Faible	Perte de croissance, dépérissement
Mise en lumière brutale	Gourmands en cas de déséquilibre cime/fût

5.4 Précautions à l'installation

Plantation

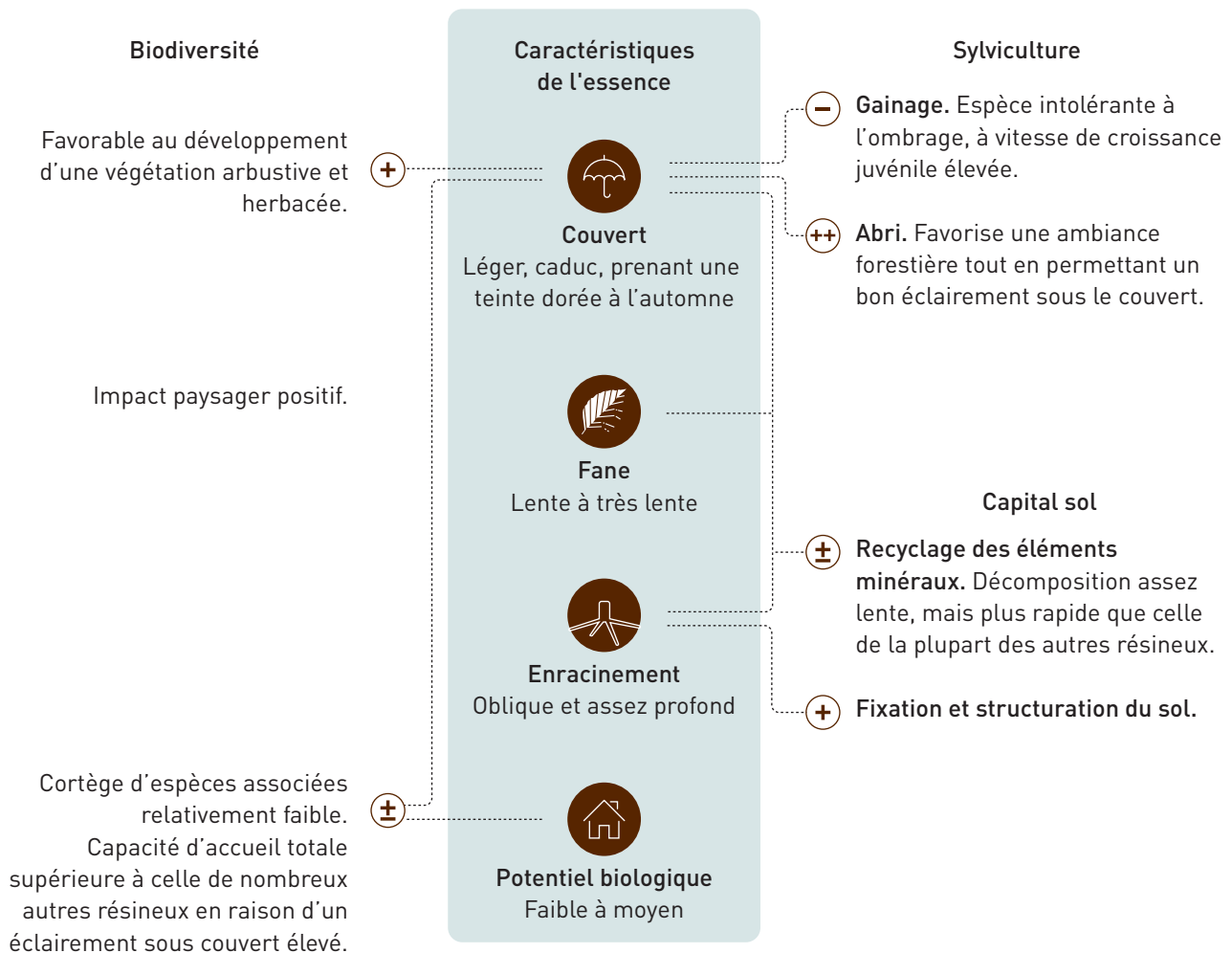
- Faible résistance des jeunes plants au vent sur les plantations exposées (limiter la hauteur des plants, profiter des protections individuelles).
- Forte sensibilité à l'envahissement par les ronces, lianes, etc., qui peuvent plier les jeunes sujets. Surveiller et prévoir des dégagements.
- Essence très sensible aux dégâts faune, particulièrement au frottis.
- Héliophile à croissance juvénile forte mais non soutenue, le mélèze du Japon nécessite des éclaircies précoces et vigoureuses (sylviculture dynamique), sous peine de dépérir.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Nœuds durs et peu adhérents	Développement des branches latérales	Élagage artificiel
Tige arquée, déformations du tronc en sabre	Vent Manque d'éclaircies Dégâts de neige	Choix d'une station abritée Assurer la rectitude au stade jeune par une mise en lumière homogène Dégagements soignés
Forte nervosité		
Forte teneur en résine	Spécifique à l'espèce	

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroustissement	Moyenne	
Écorcement	Moyenne	Jusqu'à la formation d'une écorce rugueuse, 10 ans environ
Frottage	Forte	Particulièrement sensible aux frottis de chevreuil

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux



Pathogènes

Le dessèchement des aiguilles de mélèze

Hypodermella laricis

Site d'attaque : les aiguilles.

Symptômes et dégâts : décoloration des aiguilles au printemps et en été. Les aiguilles infectées montrent des taches noires elliptiques et restent attachées aux rameaux en automne. Parfois en association avec *Meria laricis*.

Conditions : début d'été pluvieux, site avec brouillards fréquents.

Caractère : primaire – peu fréquent.

Risque : peu d'impact mais propagation possible aux arbres voisins.

Conséquence : réduction de croissance.

La tache brune des aiguilles

Mycosphaerella laricina

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : en fin de printemps, début d'été, bandes brunes à rouges sur les aiguilles puis décoloration de la partie distale ; chute prématurée des aiguilles ; du bas vers le haut de l'arbre.

Conditions : printemps et été pluvieux, infections par pucerons, densité du peuplement, sol compacté et humide.

Caractère : primaire.

Risque : principalement pour les jeunes arbres.

Conséquence : réduction de croissance.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent – généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement.)

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Problématique émergentes

La mort subite du mélèze

Phytophthora ramorum

Site d'attaque : tronc, branche et aiguilles.

Symptômes et dégâts : sur tronc et branches, chancre suintant avec écoulement important de résine. Noircissement et chute prématurée des aiguilles en été.

Conditions : introduction de plants infectés.

Caractère : primaire – pathogène détecté en pépinière sur plantes ornementales en Belgique mais absent sur mélèze en Europe sauf au Royaume-Uni.

Risque : propagation possible aux mélèzes voisins, mais aussi à d'autres essences ligneuses situées à proximité (douglas, sapin, hêtre, châtaignier notamment).

Conséquence : risque de mortalité à l'échelle du peuplement.

**Insectes****Hylobe***Hylobius abietis*

Site d'attaque : écorce, collet.

Symptômes et dégâts : au printemps, morsures à la base de la tige, dépérissement.

Conditions : coupe à blanc de résineux et reboisement rapide (1-2 ans après la coupe).

Caractère : récurrent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort des jeunes plants.

Scolyte du mélèze*Ips cembrae*

Site d'attaque : écorce, tronc.

Symptômes et dégâts : galeries longitudinales sous les parties épaisses de l'écorce. Généralement 3 galeries partant de la chambre nuptiale.

Conditions : arbres affaiblis, notamment en cas de stress hydrique.

Caractère : faiblesse, occasionnel.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : peut provoquer la mort d'arbres déjà affaiblis.

Teigne du mélèze, Coléophore du mélèze*Coleophora laricella*

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : aiguilles brunes au printemps.

Conditions : arbres sains.

Caractère : primaire, Espèce commune et largement répandue mais posant rarement des problèmes sanitaires.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : affaiblissement de l'arbre et perte de productivité en cas de pullulation plusieurs années de suite. Mortalité pour les jeunes arbres.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	À largeur de cerne égale, les propriétés mécaniques du mélèze du Japon sont assez comparables à celles du mélèze d'Europe, il est donc admis en structure. Néanmoins, en région wallonne, les bois produits ont très généralement une largeur de cerne bien supérieure, induisant une trop faible densité, et donc un déclassement pour cet usage.
Utilisations extérieures	✓	Duramen de durabilité naturelle moyenne (Classe III). Bois apprécié pour certaines utilisations extérieures, notamment en bardage, mais qui peut nécessiter un traitement de préservation selon les conditions de mise en œuvre.
Aménagements intérieurs	✓	Qualités esthétiques (duramen coloré et veiné) et durabilité naturelle autorisant un usage en intérieur sans traitement de préservation. Très adapté pour de nombreux usages : meubles et aménagements intérieurs, parquets, lambris, etc.
Usages spécifiques	✓	Mâts Lamellé-collé

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques

Le mélèze du Japon est mal armé pour faire face aux épisodes de sécheresse et de canicule.

Dans les régions plus sèches, au nord du sillon sambro-mosan, il faut donc lui préférer l'espèce européenne qui est plus adaptée.

À l'avenir, l'espèce pourrait être cantonnée dans les territoires à caractère plus montagnard (en Ardenne surtout).

9 Références majeures

- Riou-Nivert P. (2001). **Le mélèze**. IDF. Paris. 144 p.
- **Journées Mélèze** (2002). Numéro Spécial Forêt Wallonne n° 61, 48 p.





Merisier

Vogelkirsche^{DE}, Vogelkers^{NL}, Wild cherry^{EN}

Prunus avium (L.) L.

MERISIER

1 Résumé

1.1 Atouts

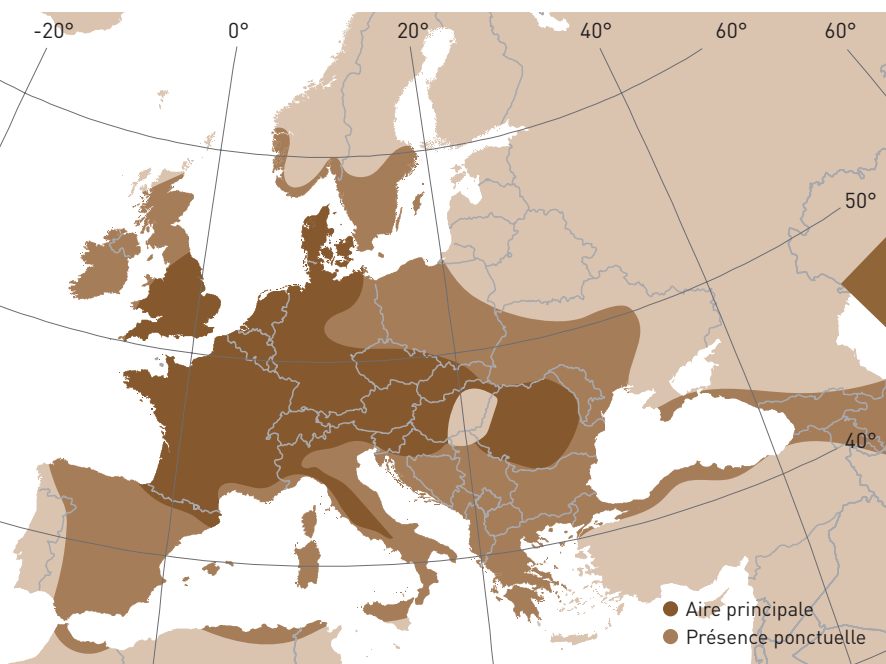
- Sur bonne station, **production rapide d'un bois de grande valeur**, très recherché pour les filières de qualité : menuiserie, ébénisterie.
- Résistance aux **gelées** (sauf au niveau de la floraison).
- Impact très positif sur l'écosystème forestier : **fane** améliorante, **capacité d'accueil** très élevée.
- Intérêt **paysager** des floraisons printanières.

1.2 Limites

- Essence thermocline nécessitant une **période de végétation chaude**, ce qui limite son implantation en Ardenne.
- Essence **exigeante** pour l'obtention d'un bois de qualité : approvisionnement en eau régulier mais sans excès, richesse minérale élevée, craint les sols acides.
- Grande sensibilité aux **maladies cryptogamiques** (liées aux champignons), en lien avec l'engorgement des sols et l'hygrométrie de l'air. Ne pas installer en peuplement pur étendu.
- Sensibilité à l'**engorgement** et à la **compacité**, favorisant les **chablis** de vent, et défavorable à la croissance.
- Particulièrement **abrutie** et **frottée** par la **grande faune**.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle

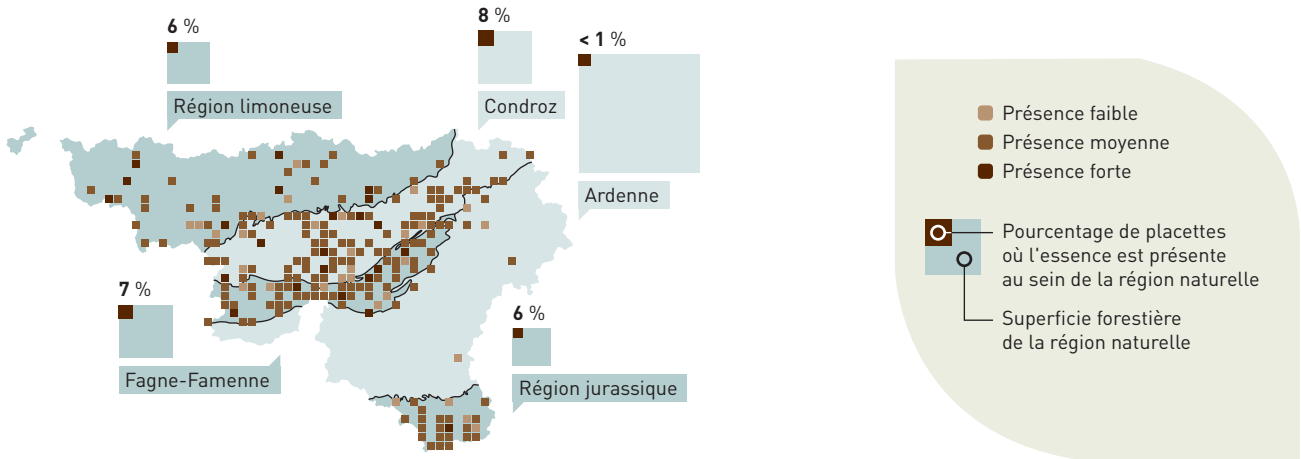


Essence médio-européenne, indigène en Belgique. L'aire de répartition du merisier est limitée à l'est par les plaines arides d'Ukraine et de Pologne. En zone méditerranéenne, le merisier se limite aux zones fraîches et bien alimentées en eau.

- ☺ Atout face aux changements climatiques
- ☹ Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

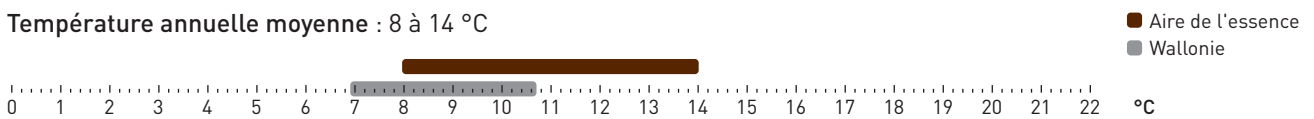
Le merisier est présent sur environ 3 % de la forêt wallonne. Il est représenté assez uniformément à travers les différentes régions naturelles, sauf en Ardenne, où l'espèce est pratiquement absente. Il est fortement disséminé dans les peuplements, en mélange avec les autres feuillus.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : 8 à 14 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -29 °C / max. 41 °C



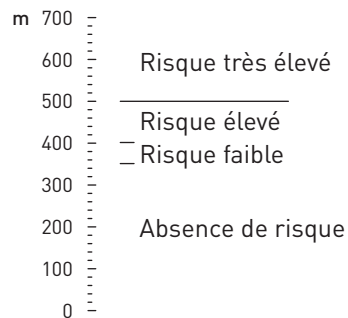
Précipitations annuelles totales : min. 600 mm



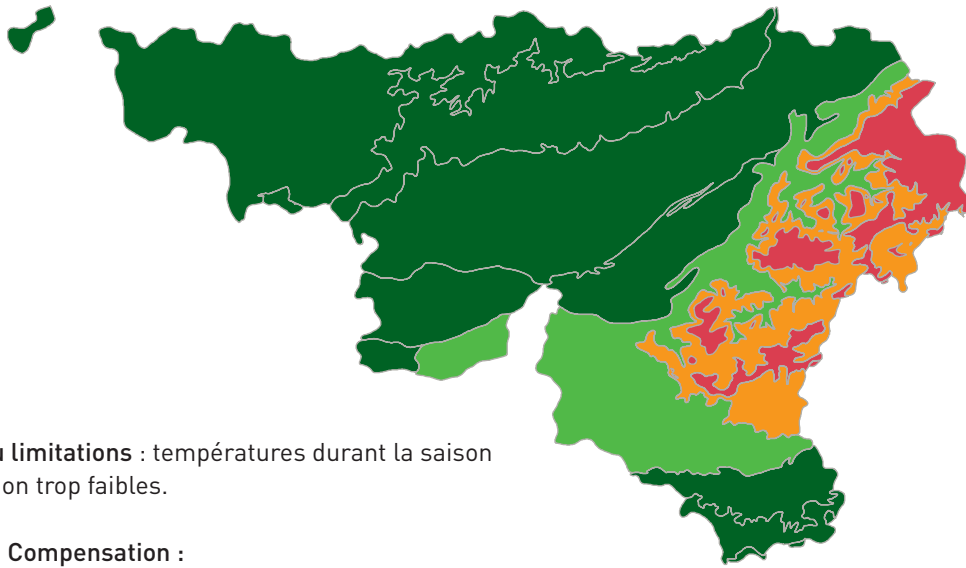
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

Le merisier est une essence thermocline qui demande une saison de végétation chaude. En Ardenne, l'implantation de l'essence est risquée dès l'altitude de 350 m.



3.3 Sensibilités climatiques particulières



Risques ou limitations : températures durant la saison de végétation trop faibles.

Facteur de Compensation :

- Basse et moyenne Ardenne, Ardenne centro-orientale : secteur chaud, basse altitude (< 300 m).
- Haute Ardenne : aucun.

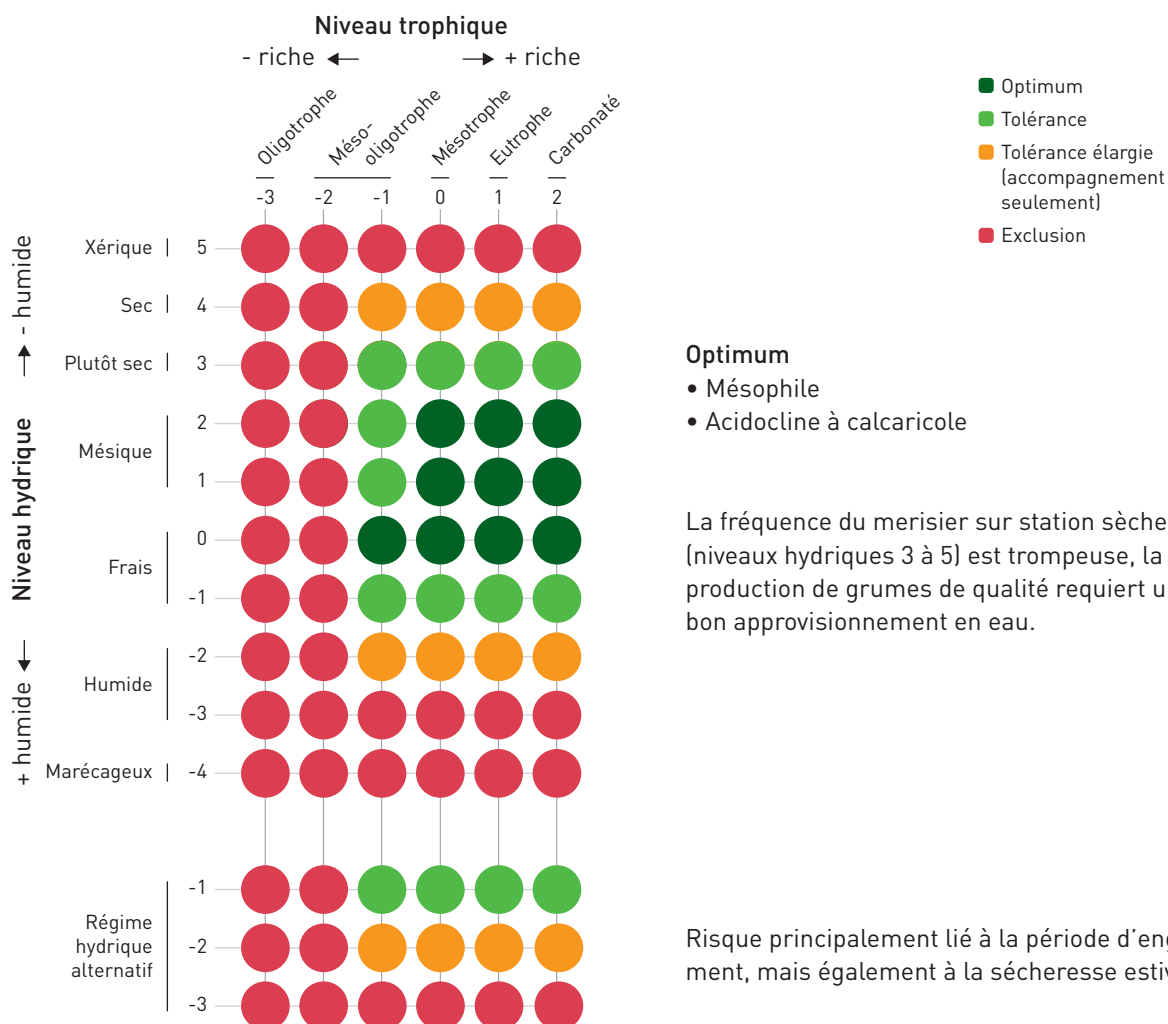


Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	PS	Lorsqu'elle se produit durant la floraison, la fructification peut être partiellement ou totalement compromise
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	PS	
Adulte	S	Chute de feuilles prématurée
Canicule		
Juvenile	Absence de données	
Adulte		
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	S	Bris de branches dans le houppier
Vent		
Juvenile	PS	
Adulte	S	Le vent influence fortement la forme des arbres exposés. Les chablis concernent essentiellement les arbres mal enracinés (horizons compacts, argileux, sols superficiels).

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : non sensible

Acidité: très sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3			Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur
Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique ● Profil f ou pH 3,8-4,5	-2		Aucun	
Sol méso-oligotrophe ● pH 4,5-5	-1	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur Bon approvisionnement en eau	

NT : niveau trophique

Contraintes hydriquesEngorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **très sensible** 😞Stations en **tolérance** : incapacité d'enracinement.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			Relevé floristique Régime hydrique effectif
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f,i	-4 -3		Aucun	
● Drainage e,h	-2	Précipitations élevées (Ardenne) Sol compact	Sol meuble et/ou bien structuré Hydromorphie non fonctionnelle	Sondage pédologique Tests de texture, de structure et de compacité
● Drainage d	-1	Texture lourde (E, U)	Profondeur d'apparition du pseudogley > 60-70 cm	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** 😞

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Tests de texture, de structure et de compacité
● Drainage h	-2 RHA	Sol compact ou horizon compact à faible profondeur : contexte schisto-argileux de Famenne, « argiles blanches »* (famille de sigles Ghx), horizon argileux, fragipan	Sol bien structuré et/ou contexte calcaire : marne, macigno, argile de décarbonatation, etc. Sol meuble Ressuyage rapide au printemps	
● Drainage d	-1 RHA	Apports d'eau locaux importants (microtopographie) : cuvette, zone de source	Profondeur d'apparition du pseudogley > 60-70 cm	

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).**Déficit hydrique : sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5			
● Sol xérique	5			
● Sol plutôt sec à sec	3-4	Précipitations faibles (hors Ardenne) Sol compact	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	

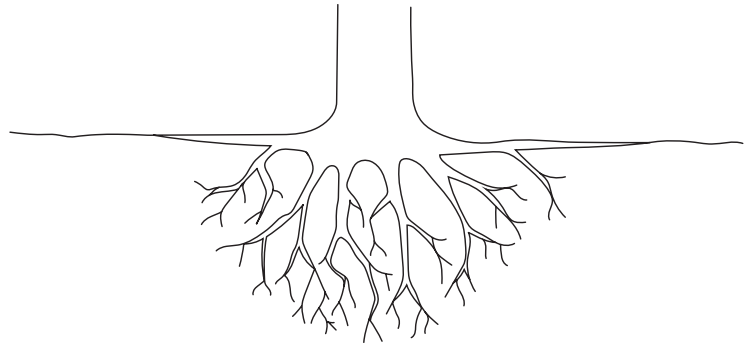
Le merisier est assez fréquent dans les zones sèches et lumineuses car il y est plus tolérant que beaucoup d'autres essences (exemple : sols calcaires superficiels, versants chauds des tiennes de Famenne), mais il n'y est pas productif et y est sensible aux maladies.

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Oblique
- Profond



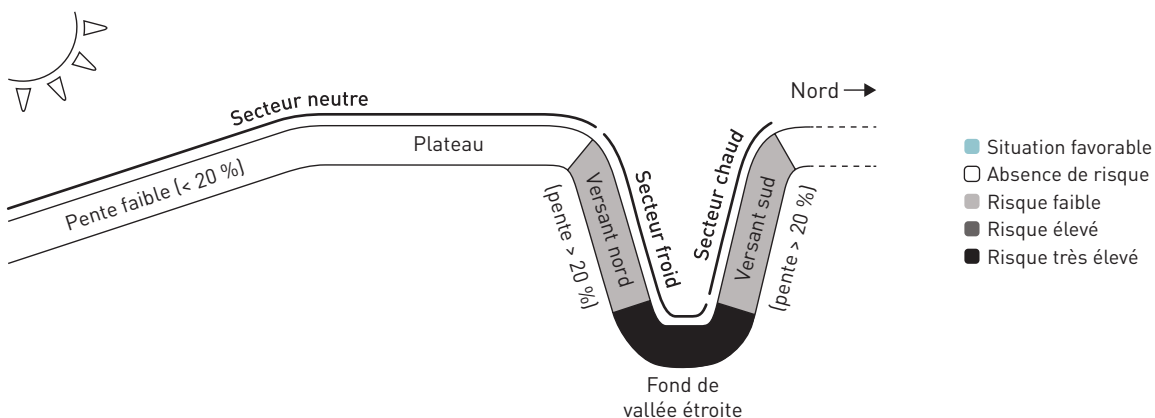
Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : très sensible 😞
- Compacité du sol : très sensible 😞 l'enracinement est particulièrement entravé par les horizons compacts (argile, semelle de labour, etc.)

Obstacles physiques à l'enracinement

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E, certains A compacts	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable
substrat u		u profond (> 70 à 80 cm)	Test de structure (sols argileux)
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a profonds (> 70 à 80 cm)	Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis

4.4 Effets des microclimats topographiques



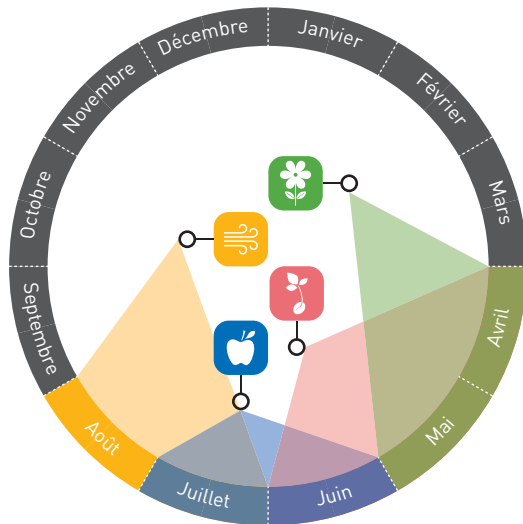
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> Risque faible. Hygrométrie élevée, brouillards favorisant les maladies cryptogamiques, manque d'ensoleillement (essence héliophile), manque de chaleur.
Fond de vallée étroite	<input type="checkbox"/> Risque très élevé. Hygrométrie élevée, brouillards favorisant les maladies cryptogamiques, manque d'ensoleillement (essence héliophile), manque de chaleur.
Versant sud	<input type="checkbox"/> Risque faible. Risque de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : mai à octobre.

Régénération sexuée



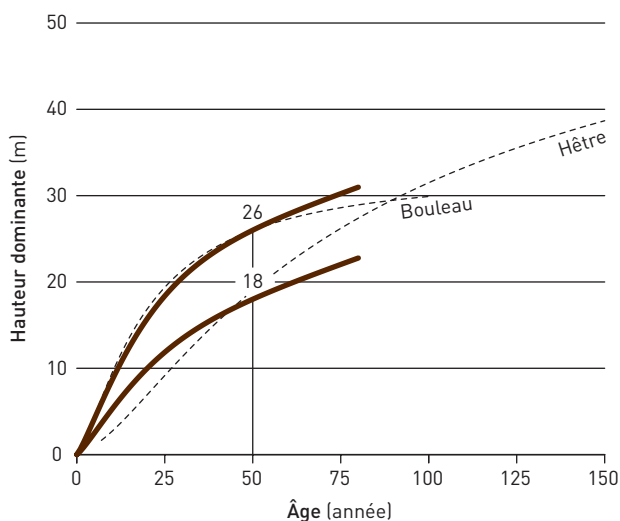
* Forte variabilité entre peuplements et entre sujets d'un même peuplement.

** Printemps suivant, mais peut être étalé sur les 2 ans qui suivent la fructification.

Régénération asexuée

Le merisier, en forêt, se reproduit régulièrement par le drageonnement. Celui-ci est fortement favorisé lors de la récolte d'arbres mûrs. Il rejette aussi très bien de souche. Dans les années '90, de nombreux plants issus de la culture in vitro (méristèmes) ont été multipliés et introduits en forêt wallonne (variété multiclonale). La méthode est abandonnée à ce jour.

5.2 Croissance et productivité



Maturité sexuelle : 20-25 ans.

Type de fleurs : hermaphrodites.

Localisation entre individus : monoïque.

Pollinisation : entomogamie.

Type de fruit : drupe (merise).

Fréquence des fructifications : 1 à 3 ans.

Mode de dissémination : Zoochorie.

Les merises sont orthodoxes et affectées d'une dormance profonde. En conditions naturelles les merises peuvent conserver 2 à 3 ans leur viabilité quand elles sont maintenues humides dans le sol et avoir donc une germination étalée sur une ou plusieurs années. La régénération par graines n'est cependant pas le mode principal en forêt. En conditions artificielles, la levée de dormance est faite par une stratification avec alternance de phases chaudes (20 °C) et froides (3 °C) variables sur près de 24-30 semaines.

Croissance : précoce, rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité (m) : 20 à 30 m.

Productivité (AMV m³/ha/an) : 5 à 9 m³/ha/an vers 60 ans (productif).

Longévité : environ 100 ans.

Exploitabilité : 50 à 80 ans.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

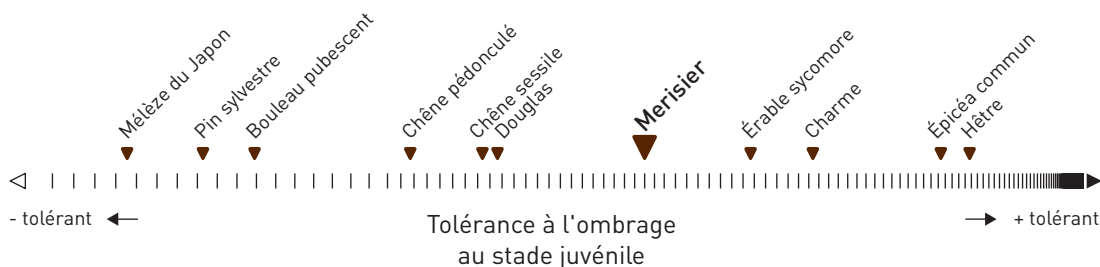
Stade juvénile

Tolérance à l'ombrage moyenne.

Supporte un couvert supérieur léger uniquement pendant les premières années.

Stade adulte

Exige la pleine lumière, ne supporte pas la compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Diminution de la croissance
Mise en lumière brutale	Apparition de gourmands Coup de soleil induisant des nécroses de l'écorce et quelquefois l'installation de chancres

5.4 Précautions à l'installation

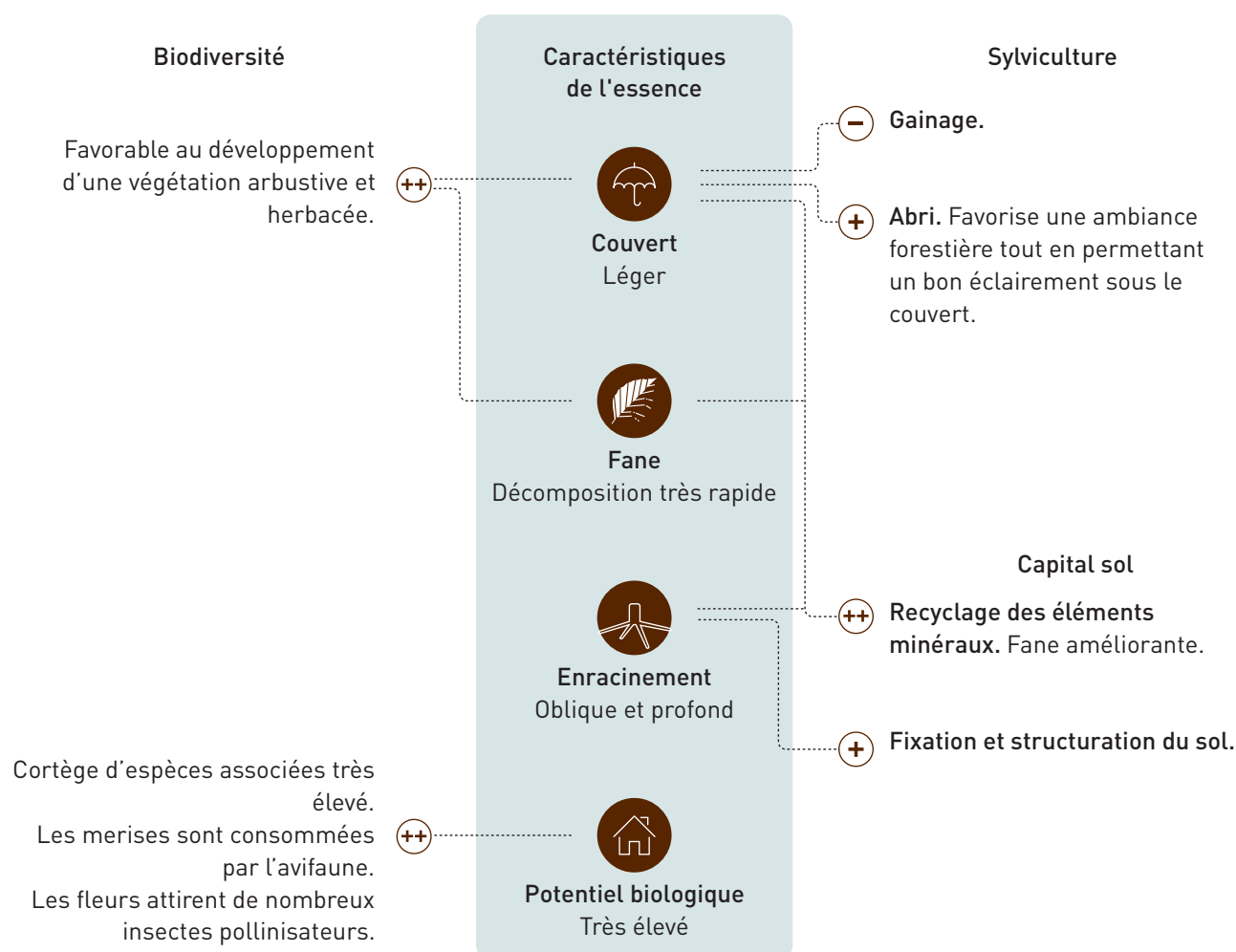
- Contrôler très sérieusement la provenance des plants pour éviter les plants de cerisier, dont la forme est incompatible avec la production de grumes de qualité.
- Essence héliophile, contrôler strictement la concurrence. Procurer un abri latéral (limite la branchaison) tout en lui ménageant un éclaircissement supérieur.
- Essence particulièrement appétante pour la faune sauvage.
- Seules les stations optimales conviennent pour la production de bois de qualité, sans risque de maladie et de chablis.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Pourriture « rouge »	Branches mortes et chicots, liés à une mauvaise capacité d'élagage naturel de l'arbre	Élagage artificiel
Pourriture « blanche »	Âge	Limiter la révolution à 80 ans
Fibre torse et arbres méplats	Génétique	Élimination des sujets défectueux
« Veine verte » : coloration anormale du bois	Lié à la présence de bois de tension, principalement sur arbres à défauts de forme ou houppier dissymétrique	Sylviculture assurant une bonne conformation du houppier
Très forte nervosité du bois		Équilibre houppier/fût
« Picots » et « coups de flamme » liés à la présence de gourmands	Mise en lumière du fût sur des arbres déséquilibrés, prédisposition génétique	Équilibre houppier/fût Gainage Élimination des sujets trop défectueux
Épaisseur de l'aubier	Plus fréquent sur les arbres à croissance rapide	En sylviculture dynamique, assurer un phase de compression, attendre 10 ans entre la récolte et la dernière éclaircie

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Forte	
Écorcement	Moyenne	Écorce fine, aggravant les dégâts liés aux frottis et à l'écorcement
Frotture	Forte	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

La cylindrosporiose ou anthracnose

Blumeriella jaapii

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : petites taches foliaires pourpres et anguleuses pouvant se rejoindre et former des plages entièrement rouges en cas de forte attaque. Lors de la fructification du champignon, amas blanchâtres à la face inférieure des feuilles au niveau de ces taches.

Conditions : printemps humides et frais.

Caractère : primaire – fréquent.

Risque : pour le peuplement (transmission des spores par voie aérienne).

Conséquence : défoliation précoce, mauvais aoûtement et sensibilité accrue au gel.

La maladie criblée

Stigmina carpophila

Site d'attaque : feuilles, rameaux.

Symptômes et dégâts : petites nécroses arrondies sur feuilles puis criblure. Petits chancres sur rameaux et gommose.

Conditions : hivers doux et humides.

Caractère : primaire – fréquent.

Risque : pour le peuplement (transmission des spores par voie aérienne).

Conséquence : défoliation précoce, perte de productivité.

Le chancre bactérien

Pseudomonas syringae – plusieurs pathovars

Site d'attaque : rameaux, tronc.

Symptômes et dégâts : chancres sur tronc et rameaux avec gommose, nécrose sous-corticale au niveau des chancres, flétrissement du feuillage.

Conditions : bactéries dispersées par la pluie qui nécessitent une porte d'entrée au niveau de l'écorce (cicatrices foliaires, blessures naturelles ou plaies de taille).

Caractère : primaire – moyennement fréquent.

Risque : pour l'arbre, parfois pour le peuplement en conditions favorables (blessures et humidité).

Conséquence : dépérissement de rameaux ou mortalité.

La galle du collet

Agrobacterium tumefaciens

Site d'attaque : collet, racines.

Symptômes et dégâts : excroissances au profil irrégulier se développant au niveau du collet et sur les racines.

Conditions : en pépinière et jeunes plantations.

Caractère : primaire – moyennement fréquent.

Risque : peut poser problème en pépinière.

Conséquence : perte de croissance.

L'armillaire (pourridié racinaire)*Armillaria spp.*

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent – généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement)

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Zeuzère*Zeuzera pyrina*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier.

Conditions : arbres affaiblis.

Caractère : primaire – de faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

**Insectes****Cossus gâte bois***Cossus cossus*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier. Grosses chenilles rougeâtres.

Conditions : arbres affaiblis, notamment arbres de bords de route.

Caractère : attaque de nombreux feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		
Utilisations extérieures		Bois moyennement à peu durable.
Utilisations intérieures	✓	Bois de haute valeur esthétique, très recherché en ébénisterie et pour les aménagements intérieurs (portes, escaliers, parquets).
Usages spécifiques	✓	Lutherie, tranchage, déroulage, tournerie, marqueterie.

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques

Une augmentation de la fréquence des sécheresses estivales pourrait fragiliser les merisiers installés sur des stations déjà limitantes d'un point de vue de la réserve en eau (niveaux hydriques >2), mais également déstabiliser les individus sur stations mésophiles actuellement assez riches en merisiers. À l'inverse, une augmentation des précipitations hivernales pourrait aggraver l'engorgement des stations mal drainées, ce qui est néfaste pour le merisier du point de vue de son enracinement et de sa résistance aux maladies.

La croissance du merisier serait favorisée par une élévation globale de la température, associée à un allongement de la période de végétation. Néanmoins, cela entraînerait une floraison plus précoce (déjà observée), qui pourrait être préjudiciable en cas de gelées tardives.

En conclusion, les changements climatiques pourraient favoriser cette espèce au caractère thermocline sur ses stations optimales, mais au contraire la fragiliser sur ses stations limites, pour cause d'hydromorphie, de xéricité ou de gelées tardives.

9 Références majeures

- Claessens H., Thibaut A., Rondeux J. (2011). **Autécologie du merisier**. DNF, Fiche Technique n° 20, 37 p + annexes.
- Larrieu L., Gonin P., Coello J. (2012). **Autécologie du merisier** (*Prunus avium* (L.) L.). Forêt-Entreprise 203 : 9-12.





Sapin de Nordmann

Nordmannstanne^{DE}, Nordmann Den^{NL}, Nordmann's Fir^{EN}

Abies nordmanniana (Steven) Spach.

1 Résumé

1.1 Atouts

- Bonne essence de **gainage**, de par son tempérament sciaphile et sa croissance initiale lente.
- Assez bonne résistance aux épisodes de sécheresses estivales, du fait de sa **capacité à réguler très tôt sa transpiration**. 😊
- Il serait adapté à une large gamme de richesse de sol. Cependant, il existe à ce stade peu d'exemples de plantations en Wallonie, ce qui implique un manque de certitude quant à son optimum de croissance.
- **Bois** de qualité et large gamme de **valorisations** possibles, y compris en structure.
- Potentiel d'avenir face aux changements climatiques. 😊

1.2 Limites

- **Essence mal connue** dans les conditions wallonnes, principalement en ce qui concerne son comportement sur sols compacts et/ou engorgés.
- **Croissance initiale** très lente nécessitant des dégagements réguliers.
- Très sensible à l'**abrouissement** par la faune sauvage.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Le sapin de Nordmann est originaire des régions tempérées d'Asie occidentale et plus particulièrement de la région du Caucase (Géorgie, Russie, Arménie, Crimée ainsi qu'au sud de la mer Noire en Turquie).

Le botaniste du même nom l'a introduit en Europe à partir de 1838 tout d'abord comme arbre d'ornement puis comme essence de reboisement.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

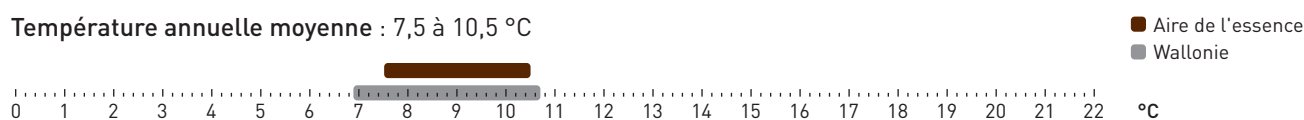
2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Il n'est présent dans aucune unité d'échantillonnage de l'Inventaire permanent des ressources forestières de Wallonie.

3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

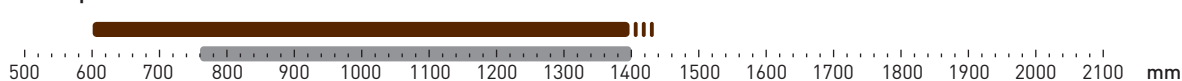
Température annuelle moyenne : 7,5 à 10,5 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -30 °C



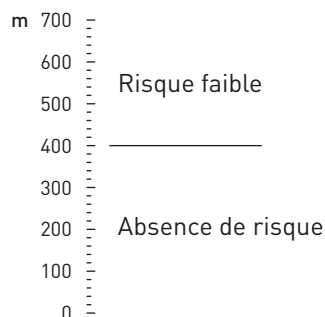
Précipitations annuelles totales : min. 600 mm



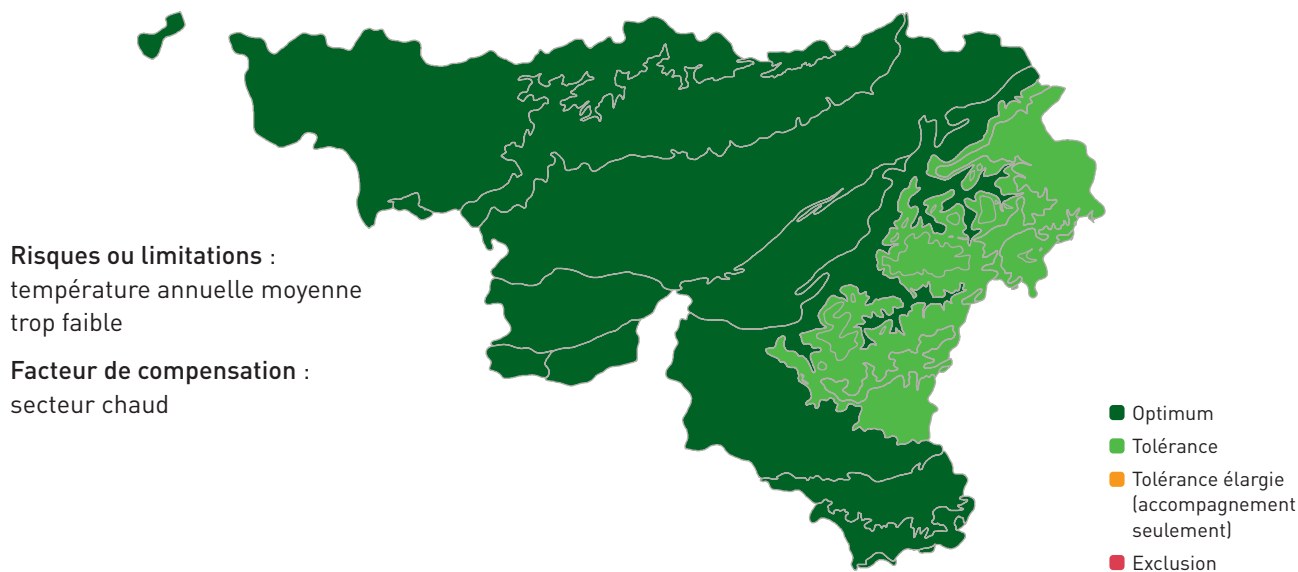
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

Au-delà de 400 m le sapin de Nordmann peut commencer à souffrir d'un déficit de chaleur durant la saison de végétation.



3.3 Sensibilités climatiques particulières

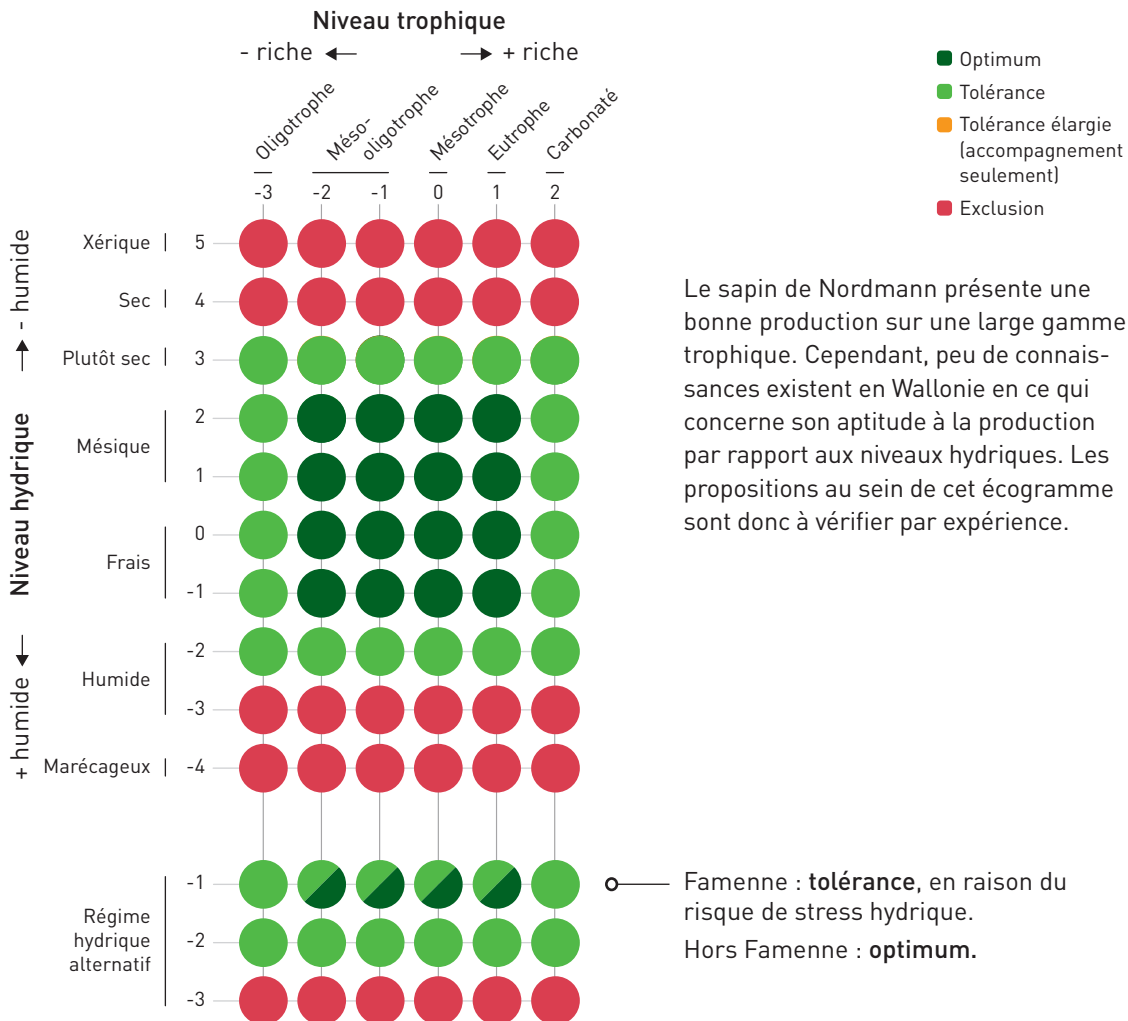


Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	S	
Adulte	S	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	PS 😊	Il limite rapidement sa transpiration. Il peut supporter des sécheresses prolongées sur sol suffisamment profond
Adulte	PS 😊	
Canicule		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **peu sensible** (diagnostics complémentaires : test HCL sur terre fine et mesure du pH)

Acidité : **peu sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique: ● Profil g ou pH < 3,8	-3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			Relevé floristique Régime hydrique effectif
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f, i	-4 -3		Aucun	
Sol modérément humide ● Drainage e, h	-2	Précipitations élevées (Ardenne) Texture lourde (E, U) Sol compact	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	Sondage pédologique

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible**

Risque lié à la phase d'engorgement et à la sécheresse estivale

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif Contexte lithologique
● Drainage h	-2 RHA	Contexte schisto-argileux de Famenne	Hydromorphie non fonctionnelle	Test de texture Test de compacité
● Drainage d	-1 RHA	« Argiles blanches »* (Famille des sigles Ghx)	Sol meuble et/ou bien structuré	Test de structure (sols argileux)

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).Déficit hydrique : **sensible**

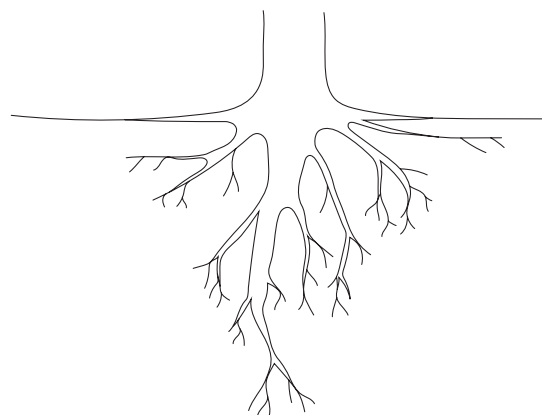
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5			Position topographique
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Aucun	
● Sol sec à xérique	4-5			Sondage pédologique profond
● Sol plutôt sec	3	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Pivotant
- Profond et puissant 😊

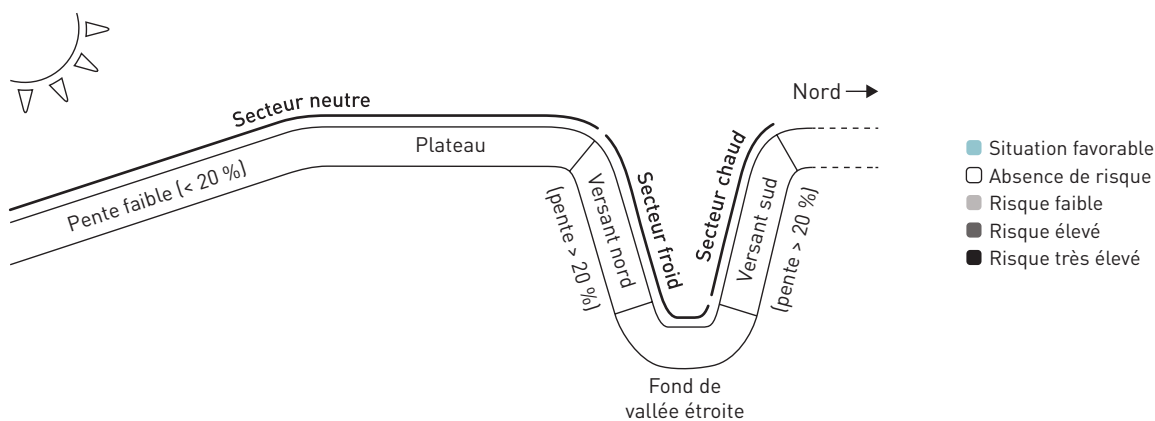


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **sensible**
- Compacité du sol : **sensible**

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E,	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable Test de structure (sols argileux) Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis
Substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	

4.4 Effets des microclimats topographiques



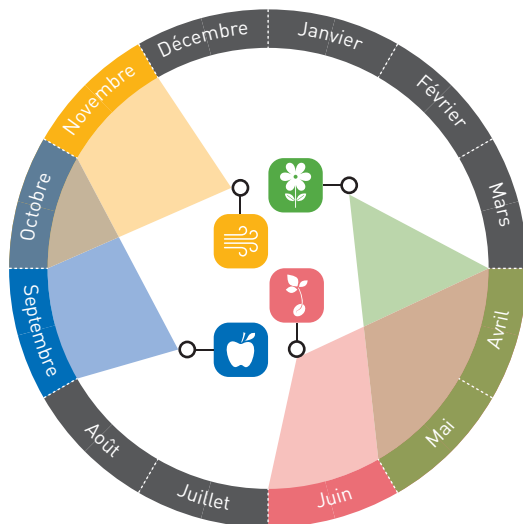
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Fond de vallée étroite	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant sud	<input type="checkbox"/> Absence de risque.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : persistant

Régénération sexuée



Floraison



Fructification



Dissémination



Germination

Régénération asexuée

Pas de régénération asexuée en conditions naturelles.

5.2 Croissance et productivité

Croissance : tardive, moyennement rapide et moyennement soutenue.

Hauteur à maturité : 25 à 30 m (jusqu'à 78 m dans son aire d'origine pour une circonférence de 11 m).

Productivité (AMV) : 9 à 13 m³/ha/an vers 70 ans (productif).

Longévité : plus de 2 siècles dans son aire d'origine.

Exploitabilité : 70 à 80 ans.

Maturité sexuelle : **30-40 ans**.

Type de fleurs : **unisexuées**.

Localisation entre individus : **monoïque**.

Pollinisation : **anémogamie**.

Type de fruit : **cône (contenant les graines ailées)**.

Fréquence des fructifications : **3 à 6 ans**.

Mode de dissémination : **anémochorie**.

Les graines sont intermédiaires et elles ont une dormance légère. Les graines doivent être séchées et conservées au congélateur (température de -15°C). La dormance se lève par un froid humide (3°C) de 4-6 semaines. En conditions naturelles, c'est l'hiver qui assure la levée de dormance pour une germination au printemps.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

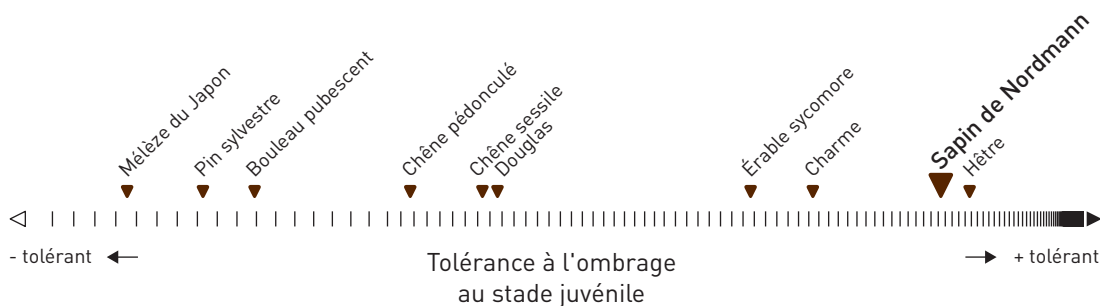
Stade juvénile

Essence tolérante à l'ombrage.

Supporte une intensité lumineuse faible mais réagit très bien à la mise en lumière en termes de croissance.

Stade adulte

Tolère l'ombrage, mais réagit très bien à la mise en lumière en terme de croissance.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Aucun
Mise en lumière brutale	Pas d'information

5.4 Précautions à l'installation

Le sapin de Nordmann est une essence sciaphile mais peut également être planté en plein découvert.

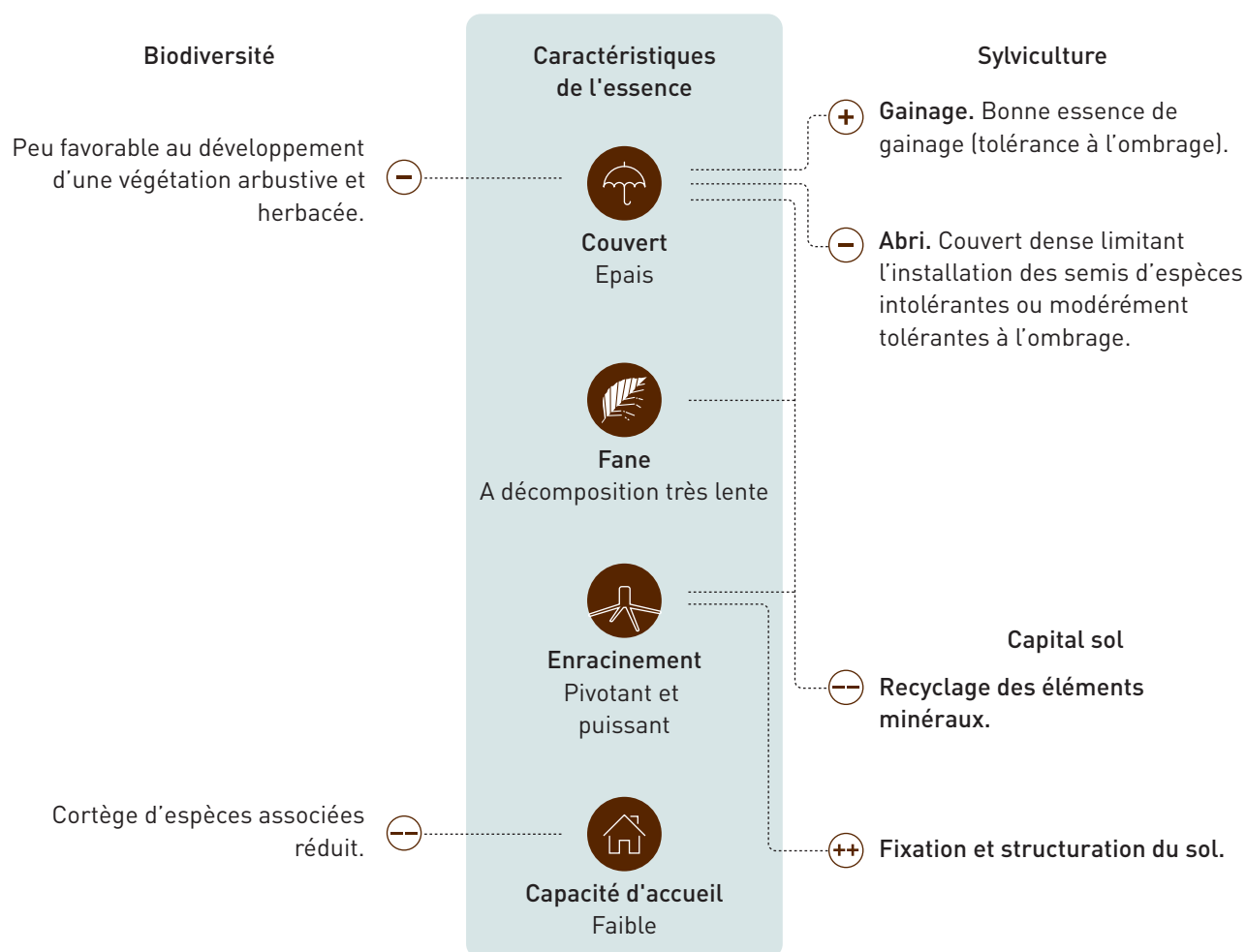
Sa croissance très lente au stade juvénile impose des dégagements fréquents dès son installation. Présentant une forte sensibilité aux dégâts de la faune sauvage, une protection des plants est nécessaire.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Nœuds fréquents	Mauvais élagage naturel	Élagage artificiel
Poche de résine		

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Forte	
Écorcement	Moyenne	
Frottage	Moyenne	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux



Pathogènes

La rouille

Pucciniastrum epilobii

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : brunissement des aiguilles, vésicules blanches à la face inférieure des aiguilles libérant des spores oranges, chute prématurée des aiguilles.

Conditions : printemps humide et frais, épilobes à proximité (hôte alternant).

Caractère : primaire, fréquent.

Risque : dispersion des spores par voie aérienne (hôte alternant : épilobe).

Conséquence : perte de valeur commerciale des sapins de Noël.

Le cœur rouge (ou *fomes* ou maladie du rond)

Heterobasidion annosum sensu lato

Site d'attaque : racines, tronc.

Symptômes et dégâts : pourriture rouge du cœur et des racines, dépérissement.

Conditions : contamination des souches lors d'éclaircies.

Caractère : primaire, fréquent.

Risque : propagation aux arbres voisins par contact racinaire.

Conséquence : perte de la valeur commerciale, risque de mortalité à l'échelle du peuplement.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire, fréquent, généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Problématiques émergentes

Le chancre à *Neonectria*

Neonectria neomacrospora

Site d'attaque : rameaux, tronc.

Symptômes et dégâts : chancre sur rameaux ou tronc, mortalité de parties situées au-delà du chancre, écoulements de résine, fructifications (amas rougeâtres) sur parties mortes.

Conditions : -

Caractère : primaire, rare.

Risque : -

Conséquence : mortalité.

**Insectes****Chermès du tronc du sapin***Adelges (Dreyfusia) piceae*

Site d'attaque : surface du tronc et des grosses branches.

Symptômes et dégâts : colonies d'insectes couverts de filaments cireux blancs, sur le tronc et des grosses branches, souvent : écoulements de résine.

Conditions : peuplements adultes.

Caractère : primaire.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : nécroses corticales locales, à terme : mort.

Hylobe*Hylobius abietis*

Site d'attaque : écorce, collet.

Symptômes et dégâts : au printemps, morsures à la base de la tige des jeunes plants.

Conditions : coupe à blanc de résineux et reboisement rapide (1-2 ans après la coupe).

Caractère : primaire, récurrent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort des jeunes plants.

Scolyte liseré*Trypodendron lineatum*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : trous de pénétration, sciure blanche, taches sombres dans l'aubier.

Conditions : arbres morts ou mourants.

Caractère : secondaire, fréquent. Parfois dommageable au bois.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Également:**Chermès des rameaux du sapin***Adelges nordmannianiae***Curvidenté***Pityokteines curvidens***Pissode du sapin***Pissodes piceae***Remarque**

Combinaisons chermès-pissode-curvidenté = mortalités observées en France.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Construction, charpentes (si densité suffisante)
Utilisations extérieures		
Aménagements intérieurs	✓	Menuiserie, parquet, lambris
Usages spécifiques	✓	Sapin de Noël, trituration (pâte à papier et panneaux), palette, caisserie, coffrage

Bois blanc aux caractéristiques mécaniques généralement satisfaisantes mais dépendantes de sa vitesse de croissance, il est utilisé en charpente ou en menuiserie selon la qualité. Bois comparable à celui du sapin pectiné.

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☺

D'un point de vue abiotique, le sapin de Nordmann apparait comme une essence bien armée pour faire face aux changements climatiques.

Etant en effet peu sensible aux sécheresses et aux canicules, le sapin de Nordmann pourrait donc représenter une bonne alternative aux espèces plus exigeantes en eau.

9 Références majeures

- Arbez M. (1969). Répartition, écologie et variabilité des sapins de Turquie du Nord : *Abies nordmanniana* Spach, *Abies bornmulleriana* Mattfeld, *Abies equitrojani* Ascherson et Sintenis. Annales des sciences forestières, INRA/EDP sciences, 26 (2), pp.257-284.
- Aussenac, G. (2002). Ecology and ecophysiology of circum-Mediterranean firs in the context of climate change. Annales des sciences forestières, INRA/EDP sciences, 59, pp.823-832.
- Masson G. (2005). Autécologie des essences forestières. Lavoisier, Paris.





Pin noir d'Autriche

Österreichische Schwarzkiefer^{DE}, Oostenrijkse Den^{NL},
Austrian black Pine^{EN}

Pinus nigra Arn. *ssp nigra*
var. austriaca (Höss) Novak

1 Résumé

1.1 Atouts

- **Très forte résistance à la sécheresse (air-sol)**, permettant de valoriser des stations à faibles réserves en eau qui sont incompatibles avec les autres résineux couramment utilisés. 😊
- Bon **fixateur de sol** de par un enracinement profond et puissant.
- Aptitude à l'installation sur des **sols carbonatés superficiels**.
- Bonne résistance au **vent**.
- Peu sensible aux **gelées**, précoces comme tardives.
- Excellente essence pour l'installation d'autres espèces sous couvert
- Essence présentant un bon potentiel d'avenir dans le cadre des changements climatiques. 😊

1.2 Limites

- **Espèce thermophile**, inapte aux stations de haute altitude.
- Tolère mal les contextes **acides**.
- Très sensible à l'engorgement en eau du sol, éviter les stations humides ou à régime hydrique alternatif.
- Sensible aux dégâts de la **petite faune sauvage** (lapins, lièvres).
- **Pas de régénération naturelle** observée en Wallonie.
- Bois présentant de nombreux **nœuds** (nécessite un élagage artificiel en vue d'une utilisation en structure).

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



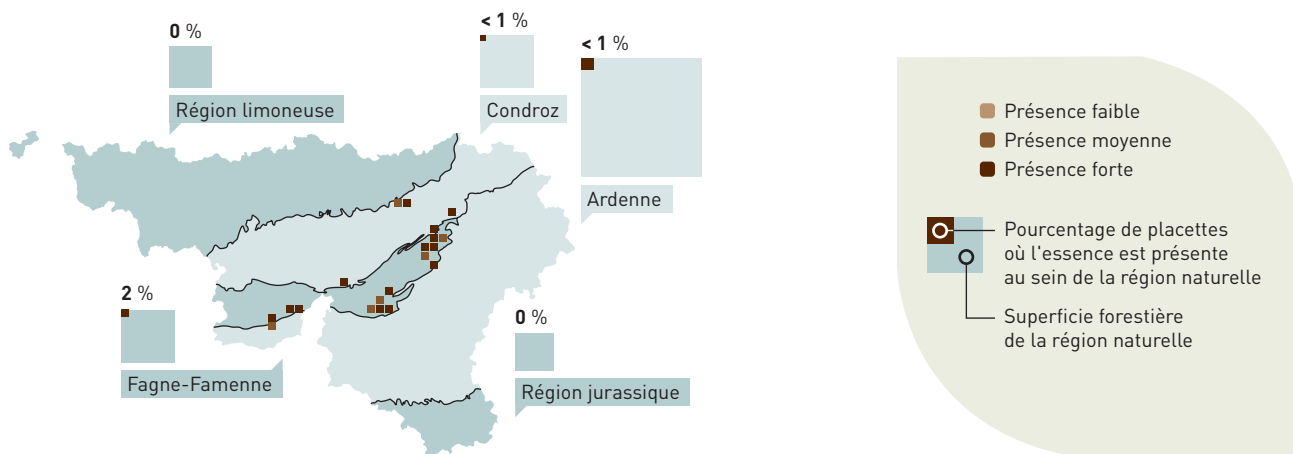
Le pin noir d'Autriche est originaire du Sud-Est de l'Europe et plus particulièrement d'Autriche jusqu'en Grèce. On le retrouve depuis les Alpes juliennes jusqu'au Nord de la Grèce à travers les Balkans. Il est également présent dans les Apennins. Dans son aire d'origine (climat plus chaud), il est habituellement retrouvé de 250 à 1600 m d'altitude.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

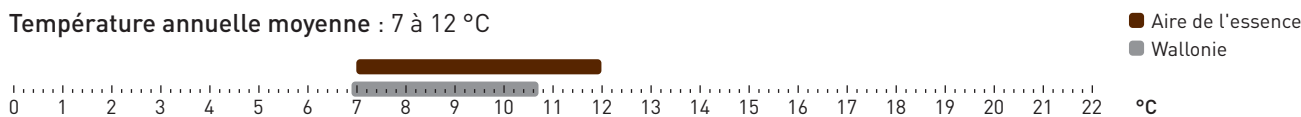
Peu présent en Wallonie, le pin noir d'Autriche se retrouve dans moins d'1 % des forêts. Il se situe majoritairement en Calestienne et en Condroz où il a principalement été planté dans le cadre des boisements des friches calcaires. Dans un cas sur deux, le pin noir d'Autriche est en peuplement pur.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : 7 à 12 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -40 °C et pas d'informations sur le maximum, mais très résistant aux hautes températures.



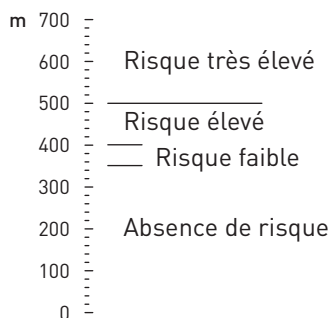
Précipitations annuelles totales : min. 600 mm



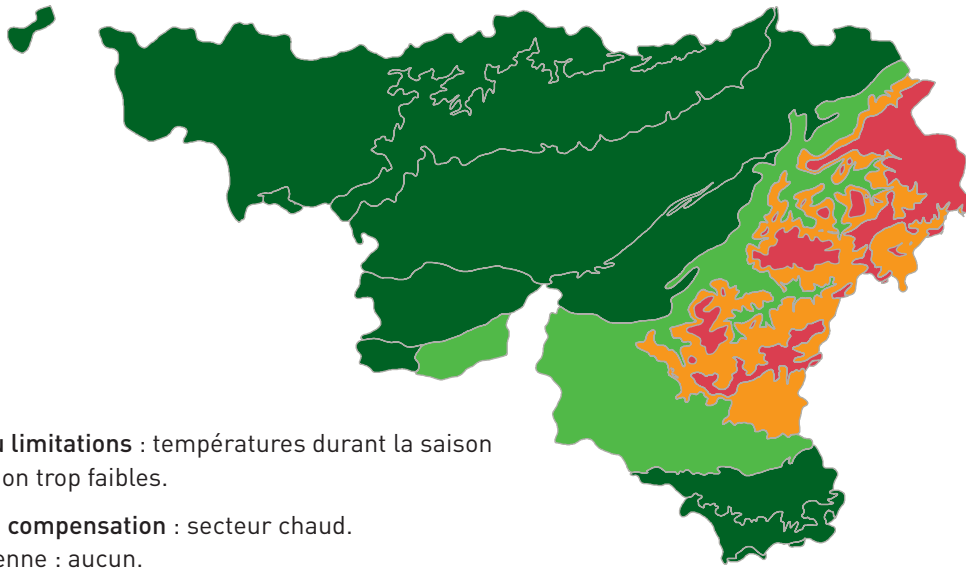
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

Dès 350 m d'altitude, les températures durant la saison de végétation limitent l'installation du pin noir d'Autriche.



3.3 Sensibilités climatiques particulières



Risques ou limitations : températures durant la saison de végétation trop faibles.

Facteur de compensation : secteur chaud.
Haute Ardenne : aucun.

- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	PS	Débourrement tardif
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	PS 😊	Il présente une grande résistance au déficit hydrique de l'air et du sol
Adulte	PS 😊	
Canicule		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	PS	Enracinement puissant lui procurant un ancrage efficace
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **peu sensible** (diagnostics complémentaires : test HCl sur terre fine et mesure du pH).

Acidité : **sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3		Aucun	
Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique ● Profil f ou pH 3,8-4,5	-2			

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau **B** ou **C** : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **très sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V et phase (V)	-4			Test de texture et de compacité Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique
Sol marécageux à modérément humide ● Drainage g	-4		Aucun	
● Drainage f,i	-3			
● Drainage e,h	-2			
Sol frais ● Drainage d	-1	Précipitations élevées (Ardenne) Sol compact Texture lourde (E, U)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré Pseudogley < 60-70 cm	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau **A** : plateau) : **très sensible** ☹️

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)
● Drainage h	-2 RHA			
● Drainage d	-1 RHA	Apports d'eau locaux importants (microtopographie) Précipitations élevées (Ardenne) Texture lourde (E, U)	Ressuyage rapide au printemps Hydromorphie non fonctionnelle Pseudogley > 60-70cm Sol bien structuré et/ou contexte calcaire (marnes, macignos, argiles de décarbonatation) Sol meuble	

Déficit hydrique : **peu sensible** 😊

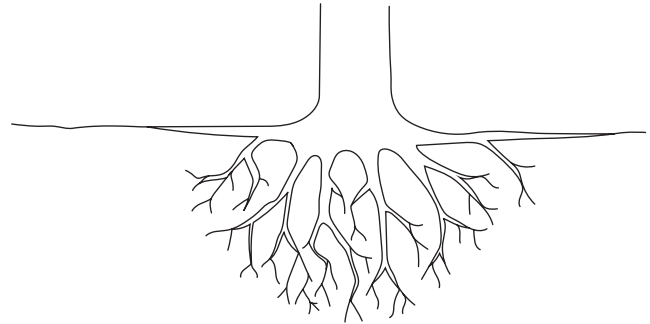
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5			Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5	Précipitations faibles (hors Ardenne) Sol compact	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	
● Sol xérique	5			

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Oblique
- Profond et puissant 😊

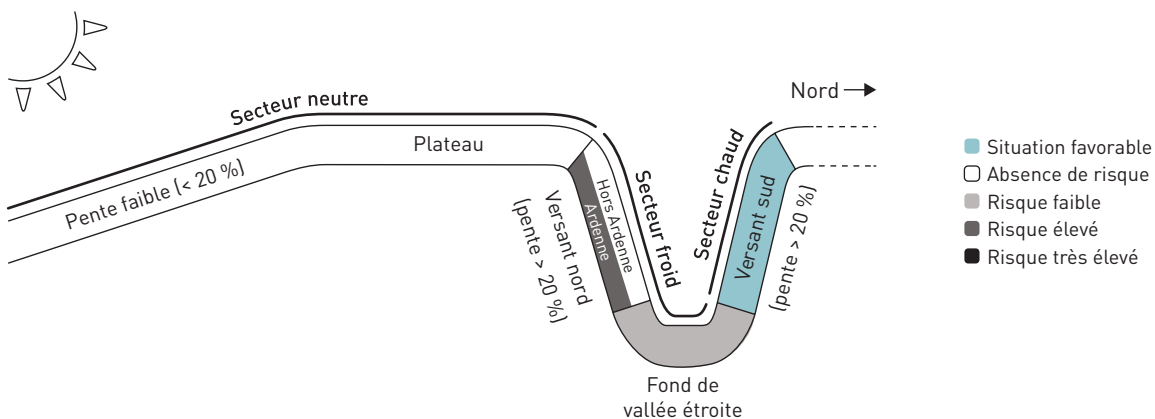


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **très sensible** 😞
- Compacité du sol : **sensible**

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable Test de structure (sols argileux) Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis
Substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	

4.4 Effets des microclimats topographiques



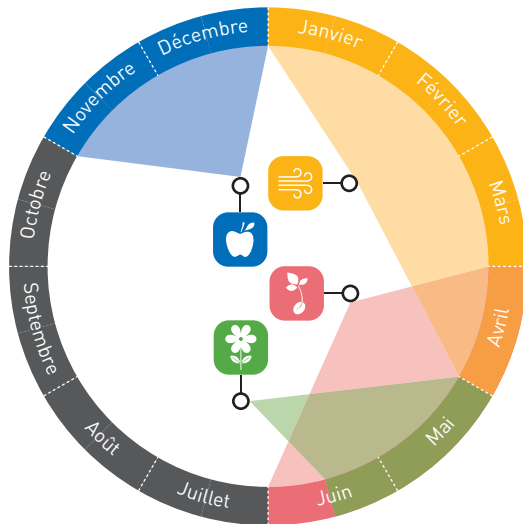
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> • Hors Ardenne : absence de risque. <input checked="" type="checkbox"/> • Ardenne : risque élevé. Manque de chaleur durant la saison de végétation.
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Manque de chaleur durant la saison de végétation
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Situation favorable. Besoins en chaleur satisfaits (essence thermophile)

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : persistant.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : 30 à 50 ans.

Type de fleurs : unisexuées.

Localisation entre individus : monoïque.

Pollinisation : anémogamie.

Type de fruit : cône (contenant les graines ailées).

Fréquence des fructifications : 2 à 3 ans.

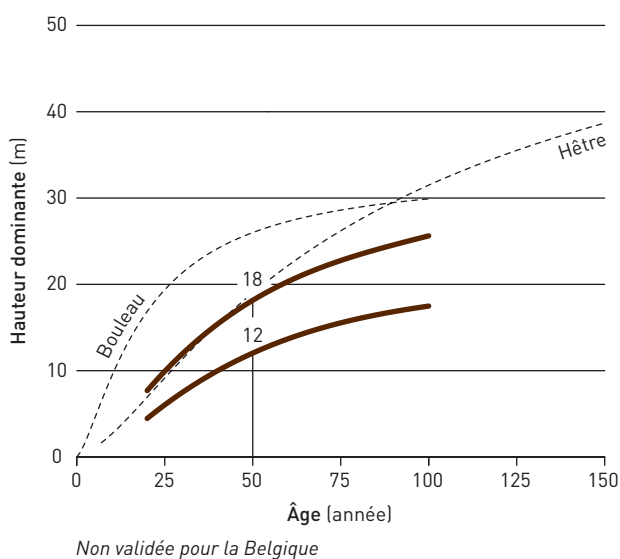
Mode de dissémination : anémochorie.

Les graines sont orthodoxes et n'ont pas de dormance. La germination peut être cependant améliorée et mieux groupée par un froid humide (3°C) de 4-6 semaines. En conditions naturelles, c'est l'hiver qui assure la levée de dormance pour une germination au printemps.

Régénération asexuée

Pas de régénération asexuée en conditions naturelles observées en Wallonie.

5.2 Croissance et productivité



Croissance : moyennement précoce, lente et soutenue.

Hauteur à maturité : 20 à 25 m (jusqu'à 40 m dans son aire d'origine).

Productivité (AMV) : 3 à 10 m³/ha/an vers 70 ans (productif).

Longévité : plusieurs centaines d'années.

Exploitabilité : plus de 100 ans.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

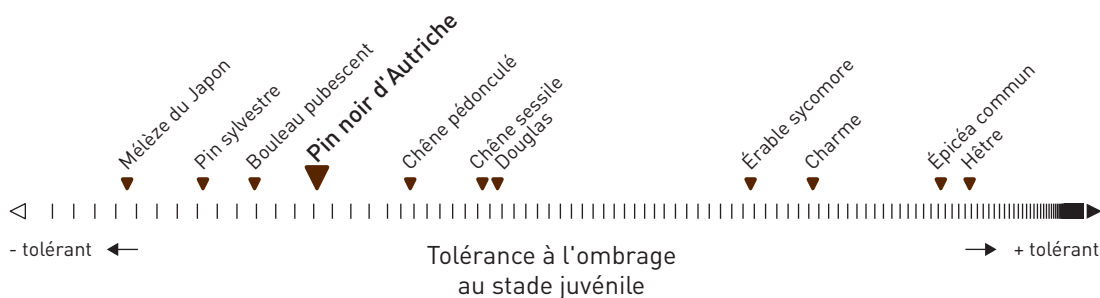
Héliophile strict.

Supporte un couvert supérieur très léger uniquement pendant les premières années.

Stade adulte

Héliophile strict.

Exige la pleine lumière, ne supporte pas la compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclairement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Diminution de la croissance et mortalité
Mise en lumière brutale	Aucun

5.4 Précautions à l'installation

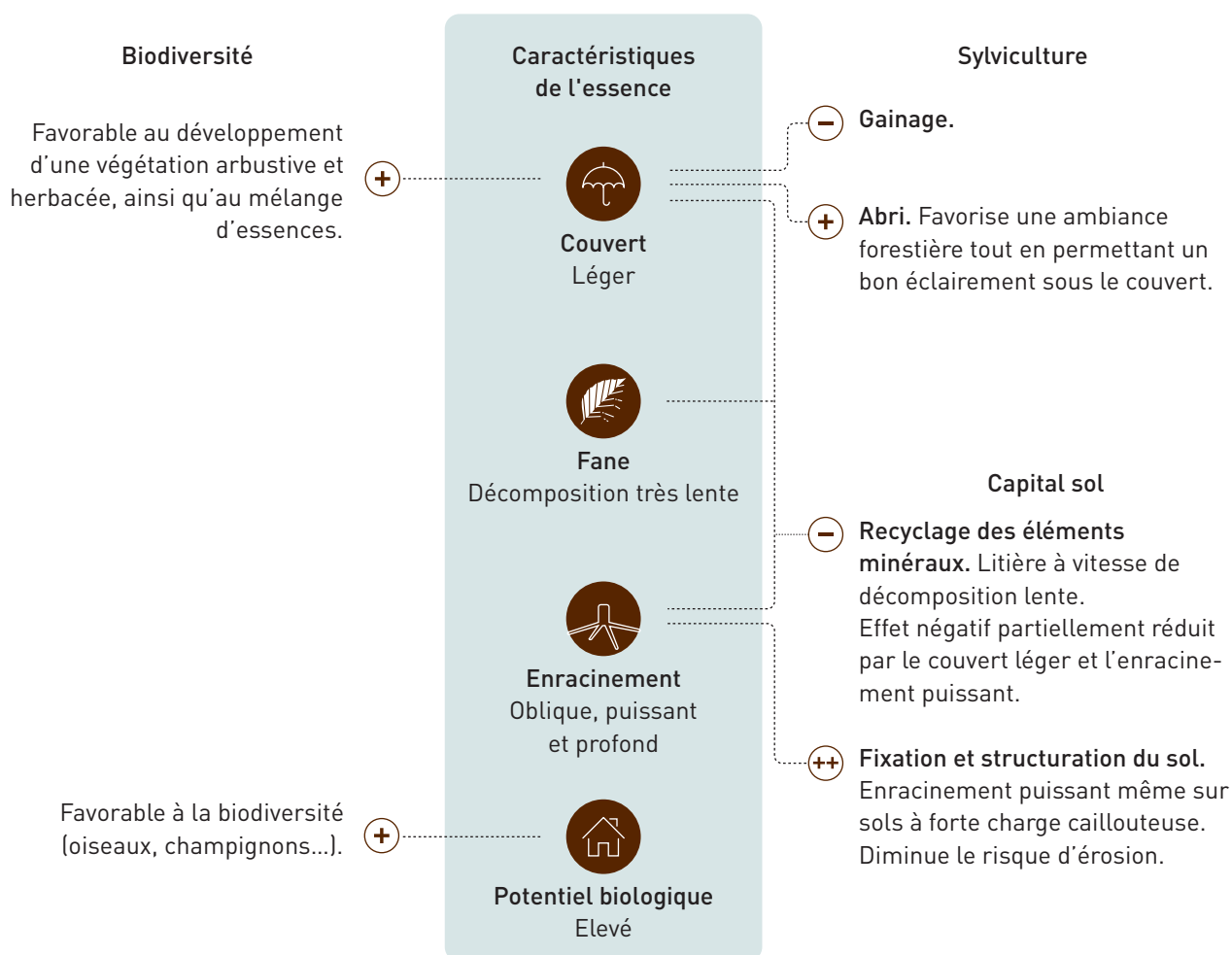
Le pin noir d'Autriche ne tolère aucun abri et demande un houppier libre de toute concurrence latérale.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Nœuds fréquents	Mauvais élagage naturel	Élagage artificiel

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Moyenne	Il peut subir d'importants dégâts de la petite faune qui l'apprécie particulièrement (tels que les lapins et les lièvres)
Écorcement	Faible	
Frottage	Faible	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux



Pathogènes

La brûlure des pousses de pin

Sphaeropsis sapinea

Site d'attaque : aiguilles et rameaux.

Symptômes et dégâts : dessèchement des aiguilles de l'année qui demeurent nanifiées, nécroses sous-corticale des rameaux ou chancres, écoulements de résine.

Conditions : maladie souvent déclenchée suite à stress hydrique, grêle et orages violents.

Caractère : pathogène de faiblesse – fréquent.

Risque : pour le peuplement (dispersion des spores par voie aérienne).

Conséquence : perte de productivité.

La maladie des bandes rouges

Dothistroma septosporum et *Dothistroma pini*

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : bandes transversales jaunes puis brunes sur les aiguilles, brunissement des extrémités d'aiguilles qui ne sont plus alimentées, chutes d'aiguilles plus importantes dans le bas du houppier.

Conditions : conditions de chaleur humide, situations confinées.

Caractère : primaire – peu fréquent.

Risque : pour le peuplement (transmission de la maladie par voie aérienne).

Conséquence : perte de productivité.

Le rouge cryptogamique des aiguilles de pin

Lophodermium seditiosum

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : brunissement des aiguilles touchant surtout les branches basses.

Conditions : stations humides ou situations confinées (forte densité de plantation, enherbement...).

Caractère : primaire (les espèces *L. pinastri* et *L. conigenum* sont des pathogènes de faiblesse) - fréquent.

Risque : pour le peuplement (transmission de la maladie par voie aérienne).

Conséquence : perte de productivité, mortalité sur plants de pépinière.

La rouille courbeuse

Melampsora pinitorqua

Site d'attaque : pousse de l'année.

Symptômes et dégâts : lésion chancreuse de la pousse en élongation, fructifications oranges au niveau de la lésion, courbure de la pousse (baïonnette).

Conditions : sujets à forte croissance, proximité de peupliers (blanc ou tremble), printemps doux et humides.

Caractère : primaire – peu fréquent.

Risque : dévalorisation du bois (déformation irréversible du tronc si axe principal touché).

La rouille vésiculeuse de l'écorce

Cronartium flaccidum

Site d'attaque : tronc et rameaux.

Symptômes et dégâts : chancres sur rameaux avec pustules oranges, écoulement de résine, cassure de tronc ou de branches.

Conditions : -

Caractère : primaire – peu fréquent.

Risque : perte de croissance, mortalité de certains individus (en cas de chancres ceinturant à la base du tronc).

Cœur rouge ou maladie du rond (« le Fomes »)*Heterobasidion annosum sensu lato*

Site d'attaque : racines, tronc.

Symptômes et dégâts : pourriture rouge du cœur et des racines, dépérissement, carpophores de forme irrégulière au pied.

Conditions : contamination des souches lors d'éclaircies.

Caractère : primaire - fréquent.

Risque : propagation aux arbres voisins par contact racinaire. Conséquence : perte de la valeur commerciale, risque de mortalité à l'échelle du peuplement.

L'armillaire (pourridié racinaire)*Armillaria spp.*

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent - généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Problématiques émergentes**La maladie des taches brunes***Mycosphaerella dearnessii*

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : taches jaunes puis brunes sur les aiguilles, brunissement et chute d'aiguilles touchant surtout le bas de la couronne.

Conditions : conditions chaudes et humides.

Caractère : primaire - rare - émergent.

Risque : pour le peuplement (transmission de la maladie par voie aérienne).

Conséquence : perte de productivité.

Le dessèchement des rameaux de pin*Gremmeniella abietina*

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : coloration brun orange à la base des aiguilles entourant le bourgeon terminal puis brunissement complet et chute prématurée des aiguilles, mortalité de rameaux.

Conditions : conditions fraîches et humides.

Caractère : primaire – rare - émergent .

Risque : pour le peuplement (dispersion de spores par voie aérienne) .

Conséquence : risque de mortalité sur jeunes sujets et de déformation sur arbres plus âgés.

Le chancre poisseux du pin*Gibberella circinata*

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : nécrose corticale sur rameaux et tronc, dépérissement de rameaux, écoulement de résine.

Conditions : humidité atmosphérique importante, température relativement élevée.

Caractère : primaire – rare - émergent.

Risque : dissémination par voie aérienne (vent, insectes cambio-phages...) ou par semences infectées, propagation lente au sein d'un site infecté.

Conséquence : mortalité de sujets adultes (infection du tronc ou attaque multiple de rameaux), fonte de semis.

Heterobasidion irregulare

Site d'attaque : racines, tronc.

Symptômes et dégâts : similaires à ceux occasionnés par *Heterobasidion annosum* (pourriture rouge du cœur et des racines, dépérissement) mais risque d'agressivité accrue .

Conditions : contamination des souches lors d'éclaircies.

Caractère : primaire – rare .

Risque : propagation aux arbres voisins par contact racinaire.

Conséquence : perte de la valeur commerciale, risque de mortalité à l'échelle du peuplement.

**Insectes****Sténographe***Ips sexdentatus*

Site d'attaque : écorce, tronc.

Symptômes et dégâts : sciure rousse lors de l'attaque, chute d'écorce, roussissement des aiguilles, galeries en échelle verticale dans le phloème.

Conditions : surtout suite à des chablis et/ou années sèches.

Caractère : faiblesse, récurrent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : coloration bleue du bois attaqué.

Hylobe

Hylobius abietis

Site d'attaque : écorce, collet.

Symptômes et dégâts : au printemps, morsures à la base de la tige, dépérissement.

Conditions : coupe à blanc de résineux et reboisement rapide (1-2 ans après la coupe).

Caractère : primaire, récurrent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort des jeunes plants .

Chalcographe

Pityogenes chalcographus

Site d'attaque : écorce, tronc et branches.

Symptômes et dégâts : sciure rousse lors de l'attaque, chute d'écorce, roussissement des aiguilles, galeries en étoile dans le phloème.

Conditions : jeunes arbres, cîme et branches des arbres plus âgés.

Caractère : faiblesse, peut devenir primaire en cas de pullulation. Récurrent, abondant après chaque tempête

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort, perte de régénération.

Scolyte liseré

Trypodendron lineatum

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : trous de pénétration, sciure blanche, taches sombres dans l'aubier.

Conditions : arbres morts ou mourants.

Caractère : secondaire – fréquent.

Parfois dommageable au bois.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Hylésine du pin

Tomicus piniperda

Site d'attaque : a) tronc et grosses branches ou b) pousses terminales.

Symptômes et dégâts : a) trous de pénétration, sciure brune ou b) pousses cassées (10-20 cm), jonchant le sol, avec une galerie à l'endroit de la cassure.

Conditions : a) arbres morts ou dépérissants ou b) arbres vivants, en bonne santé.

Caractère : secondaire, sauf les dégâts aux pousses. Récurrent.

Risque : individuel.

Conséquences : a) coloration bleue du bois attaqué ou b) dégarnissage des houppiers.

Également:

Hylaste

Hylastes ater

Pissodes

Pissodes spp.

Petite hylésine

Tomicus minor

Acuminé

Ips acuminatus

Problématiques émergentes

Processionnaire du pin

Thaumetopoea pityocampa

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : défoliation dès le débourrement, chenilles grégaires, activité nocturne, confection de nids en soies.

Conditions : coïncidence entre l'apparition des jeunes chenilles et le débourrement.

Caractère : indépendant de la santé des arbres. En France, remonte vers le nord et l'est.

Risque : possibilité de pullulations.

Conséquences : des attaques répétées peuvent favoriser des dépérissements. Poils urticants.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Charpentes (attention aux nœuds noirs)
Utilisations extérieures	✓	Poteaux
Utilisations intérieures	✓	Lambrissage, mobilier
Usages spécifiques	✓	Papier, emballage, caisserie

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques

Malgré la tendance actuelle à la baisse en terme de surface, le pin noir d'Autriche représente une bonne opportunité dans le contexte des changements climatiques.

Présentant une forte résistance aux hautes températures estivales et à la sécheresse (édaphique et climatique), une augmentation des températures moyennes annuelles et une diminution des précipitations estivales

ne seraient pas néfastes au pin noir d'Autriche. Une augmentation des températures durant la saison de végétation pourrait même permettre d'étendre son aire de répartition à l'Ardenne Centro-Orientale.

Cependant, par sa forte sensibilité à l'engorgement du sol, l'augmentation éventuelle des précipitations hivernales pourrait constituer un facteur défavorable dans les stations à régime hydrique alternatif.

9 Références majeures

- Masson G. (2005). **Autécologie des essences forestières**. Lavoisier, Paris





Pin laricio de Corse

Korsische Schwarzkiefer^{DE}, Corsikaanse Den^{NL}, Corsican Pine^{EN}

Pinus nigra Arn. ssp *laricio* Maire
Var. *corsicana* Loud.

1 Résumé

1.1 Atouts

- **Très forte résistance à la sécheresse**, permettant d'occuper des stations à faibles réserves en eau qui sont incompatibles avec les autres résineux couramment utilisés. 😊
- Bon **fixateur de sol**, de par un enracinement relativement profond et puissant.
- Relativement indifférent à la **richesse minéralogique du sol**, tolère les contextes très acides à calcaires.
- Peu sensible aux **gelées**, précoces comme tardives.
- Essence présentant un bon potentiel d'avenir dans le cadre des **changements climatiques**. 😊

1.2 Limites

- **Espèce thermophile**, inapte aux stations de haute altitude.
- Très sensible à l'**engorgement** en eau du sol, éviter les stations humides ou à régime hydrique alternatif.
- **Nœuds** fréquents.
- Bonne résistance au **vent**.
- **Peu de régénération naturelle observée** en Wallonie.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Le Pin laricio de Corse est une espèce endémique de Corse où il se rencontre uniquement dans les montagnes.

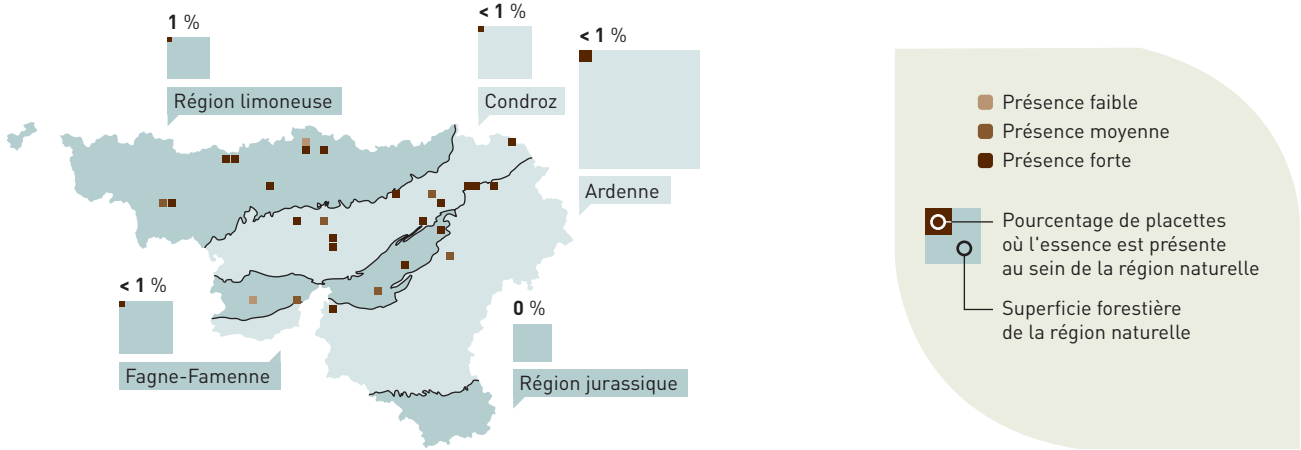
Sur plus de 200 000 ha de forêts corses, près de 45 000 abritent des pins laricio de Corse dont un peu moins de la moitié sont des peuplements purs.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

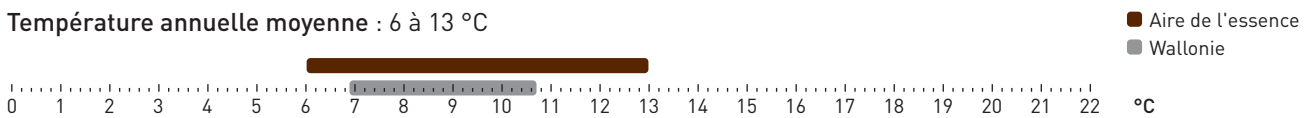
Le Pin laricio de Corse est présent dans moins de 1 % de la forêt wallonne, principalement dans les zones de basse altitude. Dans plus de 80 % des cas, il est retrouvé en peuplements mélangés.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : 6 à 13 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -25 °C pour voir les feuilles détruites (principalement au stade juvénile) et pas d'informations pour le maximum, mais très résistant aux hautes températures.



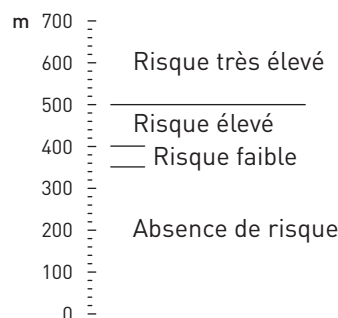
Précipitations annuelles totales : min. 800 mm



3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

Dès 350 m d'altitude, le pin de Corse souffre de températures minimales hivernales trop faibles.



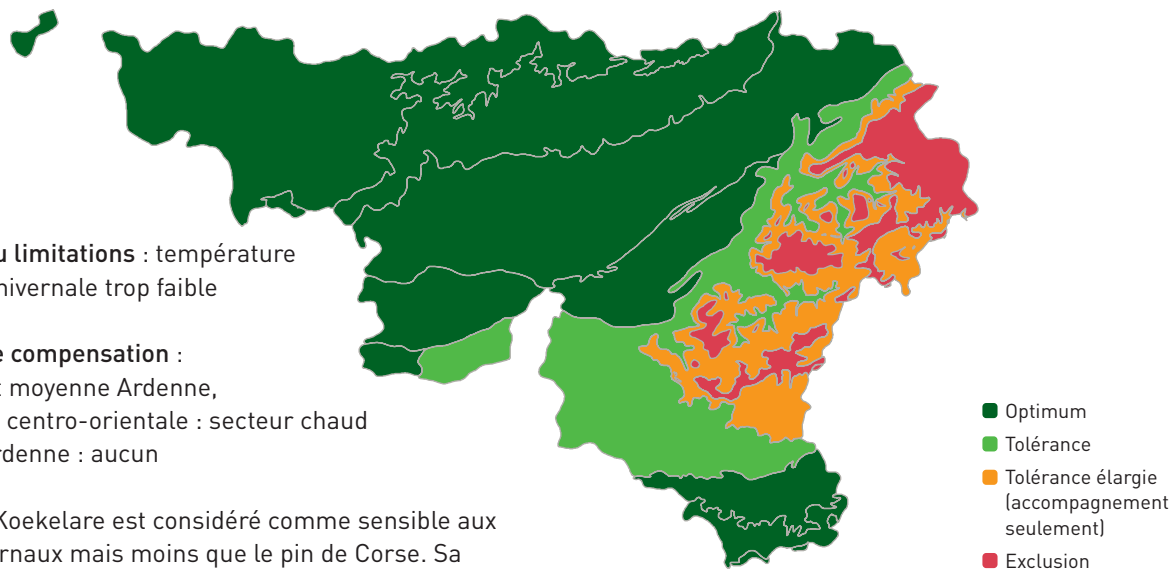
3.3 Sensibilités climatiques particulières

Risques ou limitations : température minimale hivernale trop faible

Facteur de compensation :

- Basse et moyenne Ardenne, Ardenne centro-orientale : secteur chaud
- Haute Ardenne : aucun

Le pin de Koekelare est considéré comme sensible aux froids hivernaux mais moins que le pin de Corse. Sa sensibilité diminue au-delà de 20-30 ans.



Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvénile	PS	Débourrement tardif
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvénile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvénile	S	La reprise peut être compromise par la sécheresse
Adulte	PS 😊	
Canicule		
Juvénile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvénile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvénile	PS	Système racinaire puissant
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : non sensible

Acidité : peu sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau **B** ou **C** : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **très sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture v ou phase (v)	-4			Relevé floristique Régime hydrique effectif
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f, i	-4 -3		Aucun	
Sol modérément humide ● Drainage e, h	-2	Précipitations élevées (Ardenne) Sol compact	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré Pseudogley < 60-70 cm	Sondage pédologique
Sol frais ● Drainage d	-1	Texture lourde (E, U)		

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau **A** : plateau) : **très sensible** 😞

Risque principalement lié à la période d'engorgement

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)
● Drainage h	-2 RHA	Apports d'eau locaux impor- tants (microtopographie) Texture lourde (E, U) « Argiles blanches »* (fa- mille de sigles Ghx)	Ressuyage rapide au printemps Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	
● Drainage d	-1 RHA	Précipitations élevées (Ar- denne)	Profondeur d'apparition du pseudogley > 60-70 cm	

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).Déficit hydrique : **peu sensible** 😊

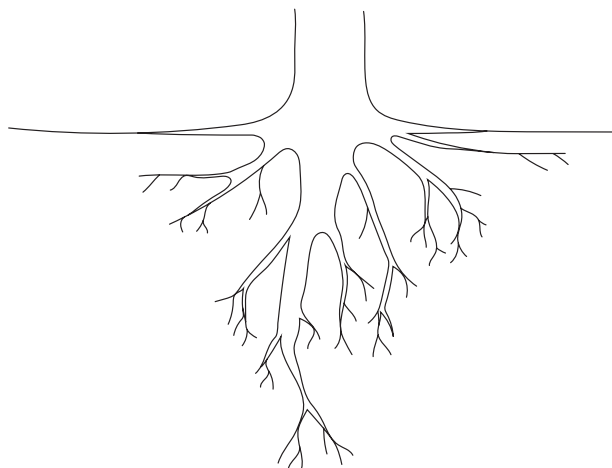
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5			Position topographique
Sol à drainage excessif ● drainage a	5	Précipitations faibles (hors Ardenne) Sol compact	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	Sondage pédologique profond
● Sol xérique	5			Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Pivotant
- Moyennement profond et puissant

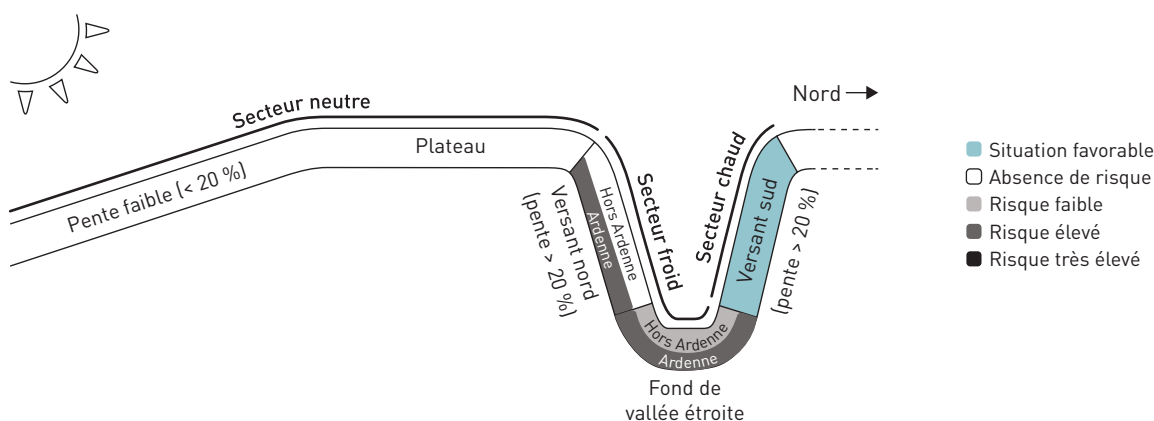


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **très sensible** 😞
- Compacité du sol : **sensible**

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable. Test de structure (sols argileux) Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis
Substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	

4.4 Effets des microclimats topographiques



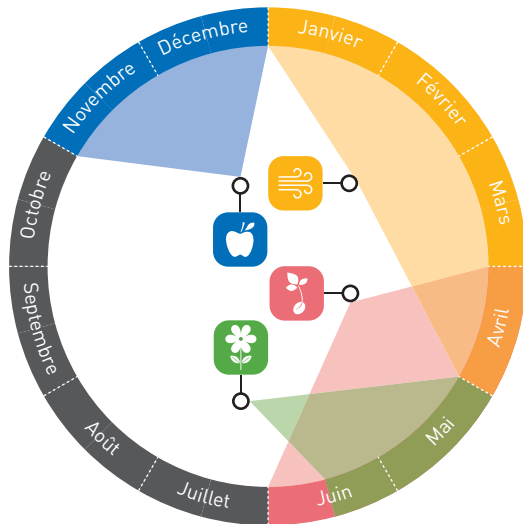
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> • Hors Ardenne : absence de risque. <input checked="" type="checkbox"/> • Ardenne : risque élevé. Températures hivernales trop faibles et manque de chaleur durant la saison de végétation.
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> • Ardenne : risque élevé. Températures hivernales trop faibles et manque de chaleur durant la saison de végétation. Humidité atmosphérique favorisant les maladies cryptogamiques.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Situation favorable. Besoins en chaleur satisfaits (essence thermophile).

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : persistant.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : **30 ans**.

Type de fleurs : **unisexuées**.

Localisation entre individus : **monoïque**.

Pollinisation : **anémogamie**.

Type de fruit : **cône (contenant les graines ailées)**.

Fréquence des fructifications : **2 à 3 ans**.

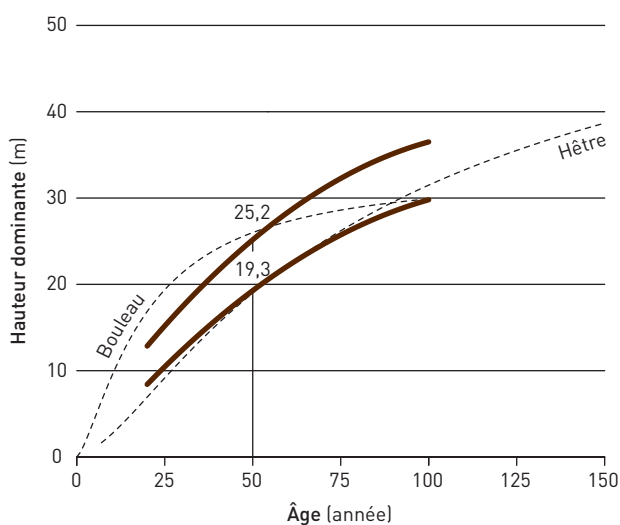
Mode de dissémination : **anémochorie**.

Les graines sont orthodoxes et n'ont pas de dormance. La germination peut être cependant améliorée et mieux groupée par un froid humide (3°C) de 4-6 semaines. En conditions naturelles, c'est l'hiver qui assure la levée de dormance pour une germination au printemps.

Régénération asexuée

Peu de régénération asexuée en conditions naturelles observées en Wallonie.

5.2 Croissance et productivité



Croissance : moyennement précoce, moyennement rapide et moyennement soutenue.

Hauteur à maturité : 30 m (jusqu'à 40-50 m dans son aire d'origine).

Productivité (AMV) : 10 à 15 m³/ha/an vers 50 ans (très productif).

Longévité : jusqu'à 500 ans.

Exploitabilité : plus de 100 ans.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

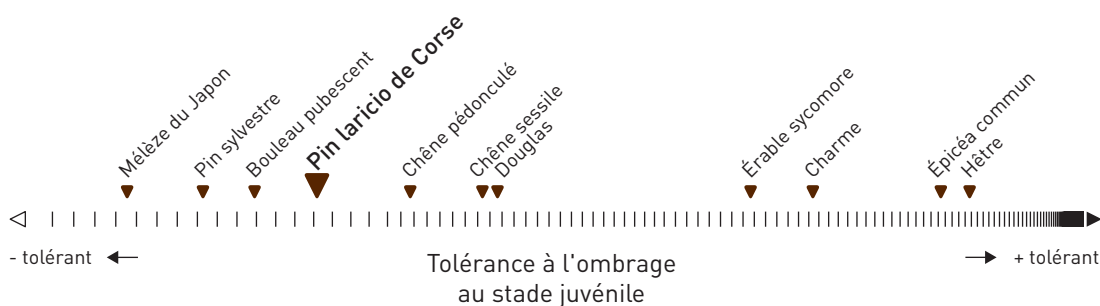
Héliophile strict.

Supporte un couvert supérieur très léger uniquement pendant les premières années.

Stade adulte

Héliophile strict.

Exige la pleine lumière, ne supporte pas la compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclairement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Diminution de la croissance et mortalité
Mise en lumière brutale	Aucun

5.4 Précautions à l'installation

Le pin laricio de Corse ne tolère qu'un léger abri durant les premières années et demande d'être libéré de toute concurrence latérale.

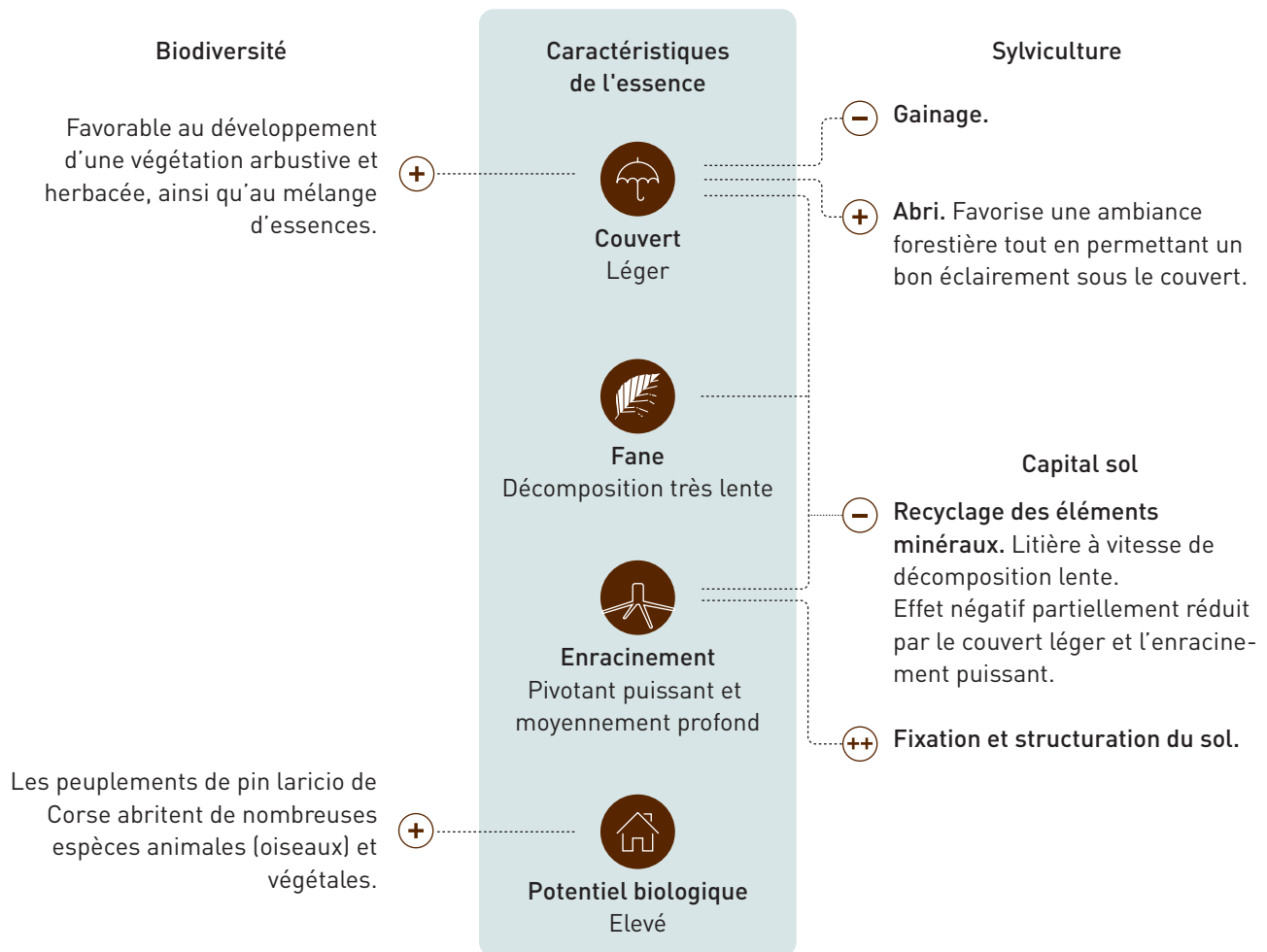
Les jeunes plants sont sensibles à la concurrence herbacée, ils nécessitent des dégagements.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Nœuds fréquents	Mauvais élagage naturel	Élagage artificiel
Bleuissement de l'aubier	Sensibilité de l'aubier	Usiner très rapidement les grumes et traiter les sciages

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Moyenne	
Écorcement	Moyenne	
Frottage	Moyenne	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

La brûlure des pousses de pin

Sphaeropsis sapinea

Site d'attaque : aiguilles et rameaux.

Symptômes et dégâts : dessèchement des aiguilles de l'année qui demeurent nanifiées, nécroses sous-corticale des rameaux ou chancres, écoulements de résine.

Conditions : maladie souvent déclenchée suite à stress hydrique, grêle et orages violents.

Caractère : pathogène de faiblesse – fréquent.

Risque : pour le peuplement (dispersion des spores par voie aérienne).

Conséquence : perte de productivité.

La maladie des bandes rouges

Dothistroma septosporum et *Dothistroma pini*

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : bandes transversales jaunes puis brunes sur les aiguilles, brunissement des extrémités d'aiguilles qui ne sont plus alimentées, chutes d'aiguilles plus importantes dans le bas du houppier.

Conditions : conditions de chaleur humide, situations confinées.

Caractère : primaire – peu fréquent.

Risque : pour le peuplement (transmission de la maladie par voie aérienne).

Conséquence : perte de productivité.

Le rouge cryptogamique des aiguilles de pin

Lophodermium seeditiosum

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : brunissement des aiguilles touchant surtout les branches basses.

Conditions : stations humides ou situations confinées (forte densité de plantation, enherbement...).

Caractère : primaire (les espèces *L. pinastri* et *L. conigenum* sont des pathogènes de faiblesse) - fréquent.

Risque : pour le peuplement (transmission de la maladie par voie aérienne).

Conséquence : perte de productivité, mortalité sur plants de pépinière.

La rouille courbeuse

Melampsora pinitorqua

Site d'attaque : pousse de l'année.

Symptômes et dégâts : lésion chancreuse de la pousse en élongation, fructifications oranges au niveau de la lésion, courbure de la pousse (baïonnette).

Conditions : sujets à forte croissance, proximité de peupliers (blanc ou tremble), printemps doux et humides.

Caractère : primaire – peu fréquent.

Risque : dévalorisation du bois (déformation irréversible du tronc si axe principal touché).

La rouille vésiculeuse de l'écorce

Cronartium flaccidum

Site d'attaque : tronc et rameaux.

Symptômes et dégâts : chancres sur rameaux avec pustules oranges, écoulement de résine, cassure de tronc ou de branches.

Conditions : -

Caractère : primaire – peu fréquent.

Risque : perte de croissance, mortalité de certains individus (en cas de chancres ceinturant à la base du tronc).

Cœur rouge ou maladie du rond (« le Fomes »)*Heterobasidion annosum sensu lato*

Site d'attaque : racines, tronc.

Symptômes et dégâts : pourriture rouge du cœur et des racines, dépérissement, carpophores de forme irrégulière au pied.

Conditions : contamination des souches lors d'éclaircies.

Caractère : primaire - fréquent.

Risque : propagation aux arbres voisins par contact racinaire.

Conséquence : perte de la valeur commerciale, risque de mortalité à l'échelle du peuplement.

L'armillaire (pourridié racinaire)*Armillaria spp.*

Site d'attaque : racines .

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent - généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Problématiques émergentes**La maladie des taches brunes***Mycosphaerella dearnessii*

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : taches jaunes puis brunes sur les aiguilles, brunissement et chute d'aiguilles touchant surtout le bas de la couronne.

Conditions : conditions chaudes et humides.

Caractère : primaire - rare - émergent.

Risque : pour le peuplement (transmission de la maladie par voie aérienne).

Conséquence : perte de productivité.

Le dessèchement des rameaux de pin*Gremmeniella abietina*

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : coloration brun orange à la base des aiguilles entourant le bourgeon terminal puis brunissement complet et chute prématurée des aiguilles, mortalité de rameaux.

Conditions : conditions fraîches et humides.

Caractère : primaire – rare - émergent.

Risque : pour le peuplement (dispersion de spores par voie aérienne).

Conséquence : risque de mortalité sur jeunes sujets et de déformation sur arbres plus âgés.

Le chancre poisseux du pin*Gibberella circinata*

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : nécrose corticale sur rameaux et tronc, dépérissement de rameaux, écoulement de résine.

Conditions : humidité atmosphérique importante, température relativement élevée.

Caractère : primaire – rare - émergent.

Risque : dissémination par voie aérienne (vent, insectes cambioxyphages...) ou par semences infectées, propagation lente au sein d'un site infecté.

Conséquence : mortalité de sujets adultes (infection du tronc ou attaque multiple de rameaux), fonte de semis.

Heterobasidion irregulare

Site d'attaque : racines, tronc.

Symptômes et dégâts : similaires à ceux occasionnés par *Heterobasidion annosum* (pourriture rouge du cœur et des racines, dépérissement) mais risque d'agressivité accrue.

Conditions : contamination des souches lors d'éclaircies.

Caractère : primaire – rare.

Risque : propagation aux arbres voisins par contact racinaire.

Conséquence : perte de la valeur commerciale, risque de mortalité à l'échelle du peuplement.

**Insectes****Sténographe***Ips sexdentatus*

Site d'attaque : écorce, tronc.

Symptômes et dégâts : sciure rousse lors de l'attaque, chute d'écorce, roussissement des aiguilles, galeries en échelle verticale dans le phloème.

Conditions : surtout suite à des chablis et/ou années sèches.

Caractère : faiblesse, récurrent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : coloration bleue du bois attaqué.

Hylobe

Hylobius abietis

Site d'attaque : écorce, collet.

Symptômes et dégâts : au printemps, morsures à la base de la tige des jeunes plants, dépérissement.

Conditions : coupe à blanc de résineux et reboisement rapide (1-2 ans après la coupe).

Caractère : récurrent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort des jeunes plants .

Chalcographe

Pityogenes chalcographus

Site d'attaque : écorce, tronc et branches.

Symptômes et dégâts : sciure rousse lors de l'attaque, chute d'écorce, roussissement des aiguilles, galeries en étoile dans le phloème.

Conditions : jeunes arbres, cîme et branches des arbres plus âgés.

Caractère : faiblesse, peut devenir primaire en cas de pullulation. Récurrent, abondant après chaque tempête

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort, perte de régénération.

Scolyte liseré

Trypodendron lineatum

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : trous de pénétration, sciure blanche, taches sombres dans l'aubier.

Conditions : arbres morts ou mourants.

Caractère : secondaire. Fréquent.

Parfois dommageable au bois.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Hylésine du pin

Tomicus piniperda

Site d'attaque : a) tronc et grosses branches ou b) pousses terminales.

Symptômes et dégâts : a) trous de pénétration, sciure brune ou b) pousses cassées (10-20 cm), jonchant le sol, avec une galerie à l'endroit de la cassure.

Conditions : a) arbres morts ou dépérissants ou b) arbres vivants, en bonne santé.

Caractère : secondaire, sauf les dégâts aux pousses. Récurrent.

Risque : individuel.

Conséquences : a) coloration bleue du bois attaqué ou b) dégarnissage des houppiers.

Également :

Hylaste

Hylastes ater

Pissodes

Pissodes spp.

Petite hylésine

Tomicus minor

Acuminé

Ips acuminatus

Problématiques émergentes

Processionnaire du pin

Thaumetopoea pityocampa

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : défoliation dès le débourrement, chenilles grégaires, activité nocturne, confection de nids en soies.

Conditions : coïncidence entre l'apparition des jeunes chenilles et le débourrement.

Caractère : indépendant de la santé des arbres. En France, remonte vers le nord et l'est.

Risque : possibilité de pullulations.

Conséquences : des attaques répétées peuvent favoriser des dépérissements. Poils urticants.

7 Valorisation potentielle du bois

Très apprécié pour la rectitude de son tronc. Les bois nouveaux sont destinés aux sciages de deuxième choix (coffrage, palette). Quand il est sans nœud et sans poche de résine, il est apprécié pour produire des feuilles de placage. Il sert également en menuiserie, en charpente et pour la fabrication de lamellé-collé. Son bois est naturellement peu durable (classe IV). En raison de sa très faible disponibilité en Belgique, il est très peu valorisé.

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Charpente, ossature, lamellé-collé
Utilisations extérieures	✓	Durabilité naturelle : classe 3-4, moyennement à faiblement durable, nécessite un traitement de préservation Bardage, plancher, aire de jeux
Utilisations intérieures	✓	Menuiserie à peindre, ameublement, parquet, lambris
Usages spécifiques	✓	Tranchage, déroulage Bois de marine Trituration: panneaux, papier Emballage Caisserie, palette, coffrage

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques 😊

Le pin laricio de Corse présente une forte résistance aux hautes températures estivales et à la sécheresse (édaphique et climatique); une augmentation des températures moyennes annuelles et une diminution des précipitations estivales ne lui seraient donc pas néfastes. Une augmentation des températures pourrait même permettre d'étendre sa zone optimale au sein de l'Ardenne.

Cependant, par sa sensibilité à l'engorgement du sol, l'augmentation éventuelle des précipitations hivernales pourrait constituer un facteur défavorable dans les stations à régime hydrique alternatif.

9 Références majeures

- Masson G. (2005). **Autécologie des essences forestières**. Lavoisier, Paris





Peuplier grisard

Graupappel^{DE}, Grauwe abeel^{NL}, Grey poplar^{EN}

Populus X canescens (Ait) Smith

1 Résumé

1.1 Atouts

- Peu sensible à l'engorgement du sol.
- Peu sensible à la compacité, tant que la station est régulièrement approvisionnée en eau.
- Croissance rapide.
- Grande capacité de régénération végétative par draçonnement.
- Fane de bonne décomposition.

1.2 Limites

- Nécessite un approvisionnement en eau régulier de la station car très sensible à la sécheresse. 😞
- Implantation limitée en haute altitude (> 400 m), du fait des températures trop faibles.
- Très sensible au phototropisme, veiller à un éclairage homogène du houppier.
- Sensible aux dégâts de la faune sauvage.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Le peuplier grisard est un hybride naturel fertile du peuplier blanc et du peuplier tremble. Il se retrouve dans l'Europe moyenne, depuis l'Irlande jusqu'en Ukraine. Il rencontre son optimum dans les plaines et collines d'Europe occidentale.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- ☺ Atout face aux changements climatiques
- ☹ Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Le peuplier grisard est une essence très peu installée et se retrouve principalement à l'état disséminé en Wallonie. Il est presque totalement absent de l'Ardenne en raison d'une résistance au froid plus faible que celle de son parent *P. tremula*.

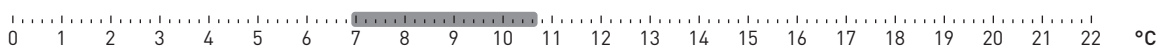
3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Pas de données disponibles dans le contexte de la Wallonie .

■ Aire de l'essence
■ Wallonie

Température annuelle moyenne : pas d'informations



Températures minimale et maximale absolues : min. -35 °C / max. 45 °C



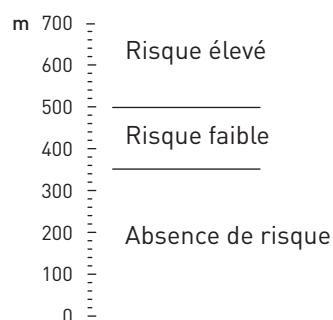
Précipitations annuelles totales : pas d'informations



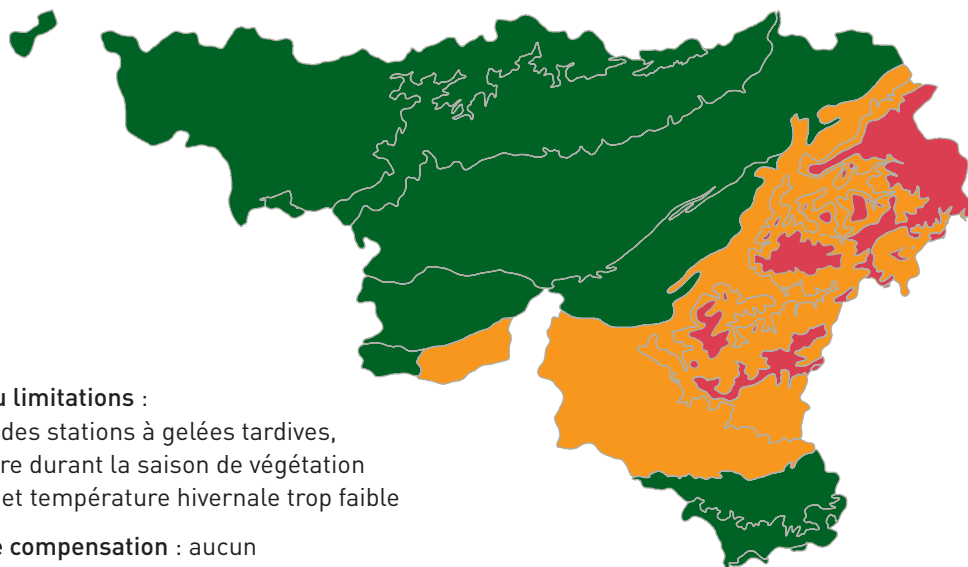
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

À partir de 350 m d'altitude, le peuplier grisard commence à souffrir de températures trop faibles durant la saison de végétation et de températures minimales hivernales trop faibles.



3.3 Sensibilités climatiques particulières



Risques ou limitations :
fréquence des stations à gelées tardives,
température durant la saison de végétation
trop faible et température hivernale trop faible

Facteur de compensation : aucun

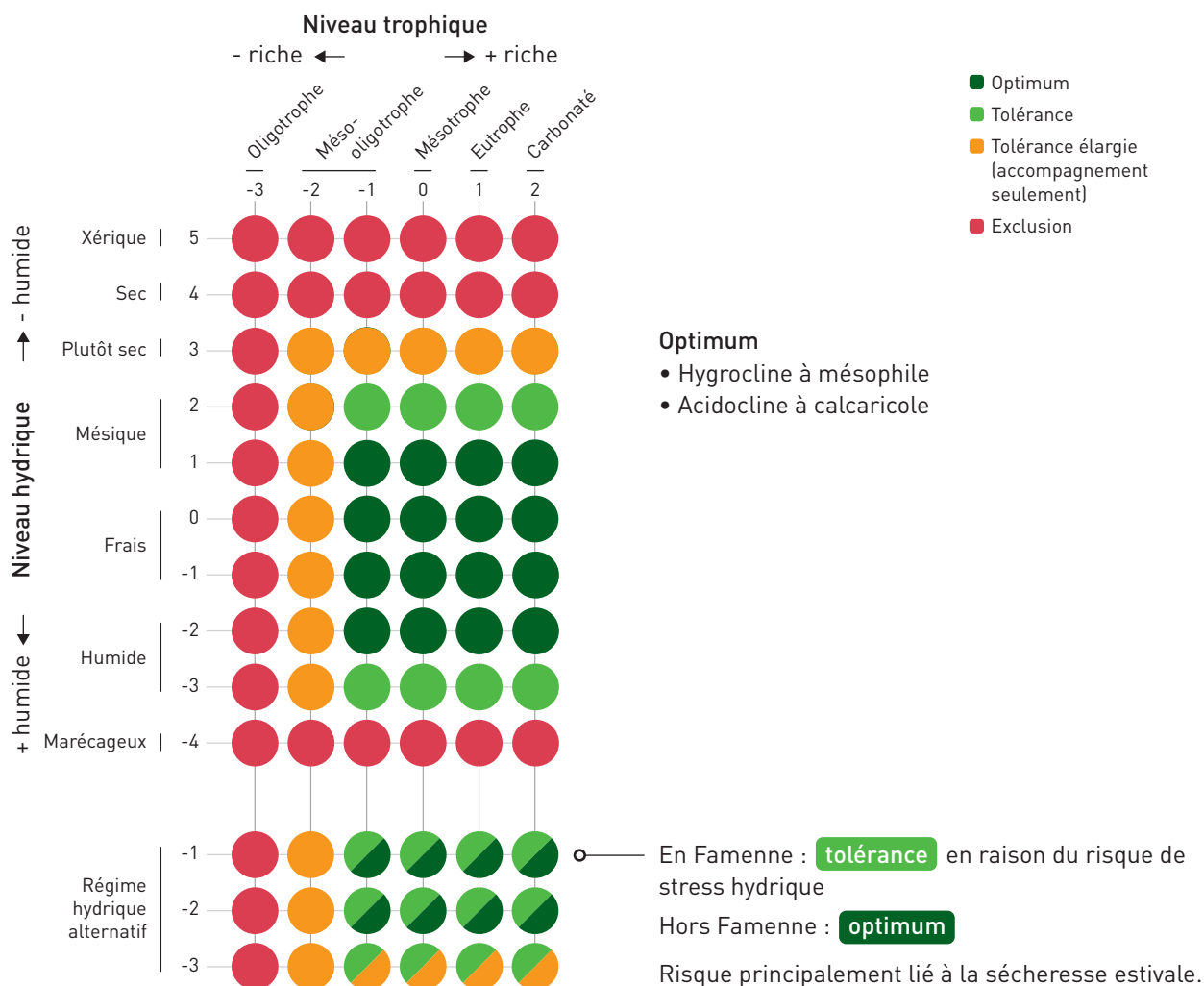
- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	?	Peu d'informations dans le contexte de la Wallonie. Cependant, la littérature le cite comme potentiellement sensible
Adulte	?	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	S	
Adulte	TS 😞	
Canicule		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	PS	
Adulte	S	Système racinaire principalement superficiel et forte branchaison pouvant entraîner des bris au vent et/ou des chablis

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **sensible** (diagnostic complémentaire : test HCl sur terre fine et mesure du pH).

Acidité : **sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3			Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur
Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique ● Profil f ou pH 3,8-4,5	-2	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4		Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique
Sol marécageux ● Drainage g	-4			
Sol très humide ● Drainage f, i	-3		Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible**, risque lié à la sécheresse estivale

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA	Apports d'eau locaux importants (microtopographie) « Argiles blanches* » (famille des sigles Ghx et Gix)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)
● Drainage h	-2 RHA			
● Drainage d	-1RHA			

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).

Déficit hydrique : très sensible ☹️

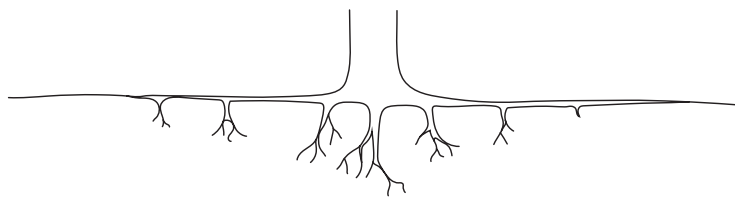
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5			
● Sol sec à xérique	4-5			
● ● Sol mésique à plutôt sec	2-3		Nappe d'eau en profondeur Socle rocheux fissuré Présence d'argile en profondeur : substrat u, développement de profil a et pour textures L, A et E, variante de matériau parental meuble y	

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Traçant à oblique

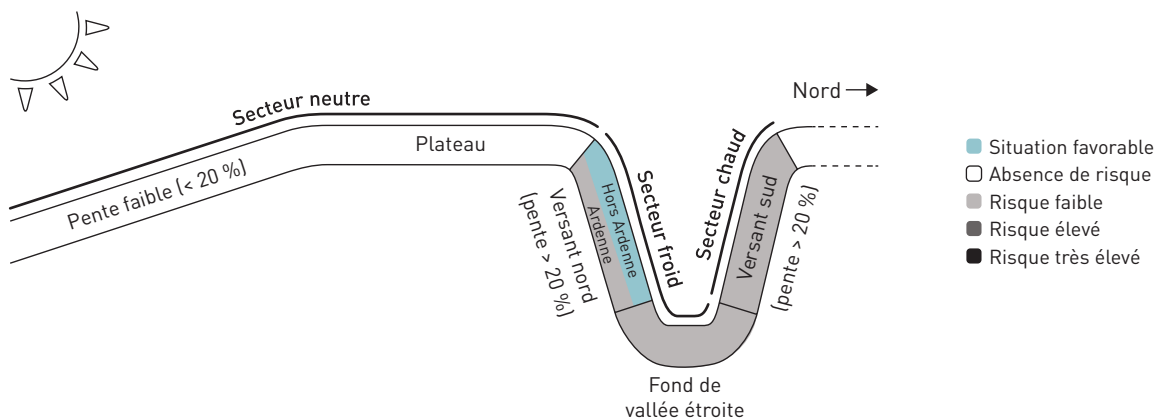


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **peu sensible**
- Compacité du sol : **peu sensible**

Supporte les terrains compacts à condition qu'ils restent bien alimentés en eau.

4.4 Effets des microclimats topographiques



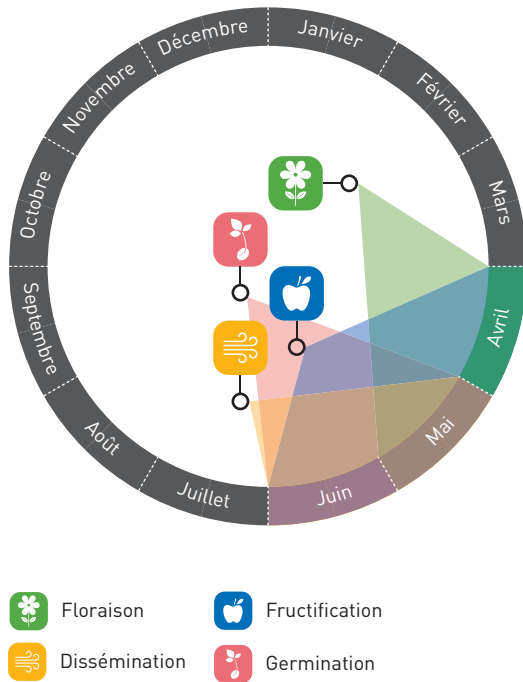
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<ul style="list-style-type: none"> • Hors Ardenne : situation favorable. • Ardenne : risque faible. Risque de températures limitantes.
Fond de vallée étroite	Risque faible. En Ardenne, risque de températures plus faibles en fond de vallée étroite.
Versant sud	Risque faible. Risque de sécheresse.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : mai à septembre.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : **précoce, vers 8-15 ans.**

Type de fleurs : **unisexuées.**

Localisation entre individus : **dioïque.**

Pollinisation : **anémogamie.**

Type de fruit : **capsule.**

Fréquence des fructifications : **1 à 2 ans.**

Mode de dissémination : **anémochorie, hydrochorie.**

Le peuplier grisard est un hybride naturel entre le peuplier blanc et le peuplier tremble. Il est fertile.

Les graines sont récalcitrantes. Elles ont une durée de vie très courte (maximum 4 semaines en bonnes conditions). La germination ne peut se faire qu'en présence d'une humidité non superficielle sur un sol nu. Il ne se régénère donc que rarement par la graine mais bien plus, par la reproduction asexuée.

Régénération asexuée

La régénération asexuée du peuplier grisard se fait principalement par la formation abondante de drageons. Il produit de nombreuses racines secondaires traçantes entre 0 et 50 cm de profondeur dans un rayon de 25 à 30 m qui présentent la capacité de former de nouvelles tiges lorsque les conditions sont favorables (lumière, ...). Cependant, les drageons sont très sensibles aux phénomènes de compaction et aux blessures de l'appareil racinaire.

Le peuplier grisard rejette également de souche après coupe.

Le bouturage demande des techniques spécifiques d'enracinement.

5.2 Croissance et productivité

Croissance : précoce, moyennement rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité (m) : plus de 30 m et jusque 40 m dans les meilleures stations.

Productivité (AMV m³/ha/an) : non documentée en Wallonie.

Longévité : 80 à 100 ans.

Exploitabilité : 50 à 60 ans (avant la dégradation du bois).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

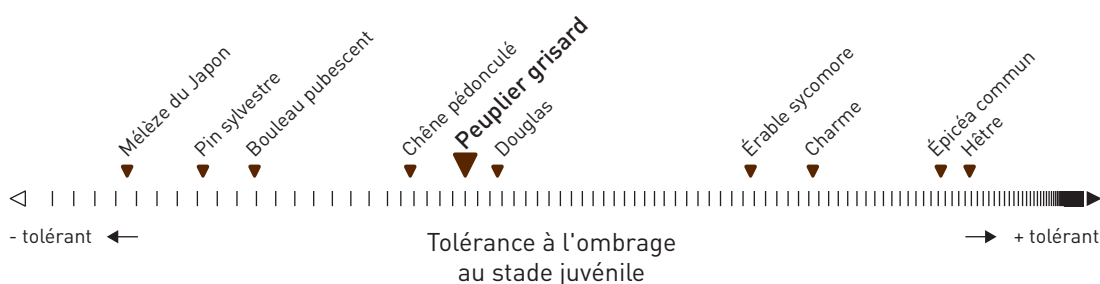
Essence **héliophile à demi-ombre**.

Supporte une intensité lumineuse faible uniquement durant les premières années mais réagit très bien à la mise en lumière en termes de croissance.

Stade adulte

Exige la pleine lumière.

Supporte une compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Problème de rectitude du tronc au stade juvénile (forte sensibilité au phototropisme) et diminution nette de la productivité au stade adulte
Mise en lumière brutale	Gourmands

5.4 Précautions à l'installation

Le peuplier grisard supporte une légère compétition dans son jeune âge bien qu'un important ralentissement de sa croissance soit observé en conditions lumineuses faibles. De plus, par sa sensibilité au phototropisme, il est essentiel de bien contrôler la lumière aussi bien en plantation qu'en régénération naturelle.

Plantation :

La plantation de peuplier grisard est peu/pas réalisée en Wallonie ; peu de retour d'expériences en la matière.

Régénération naturelle

La germination demande une absence de compétition, de la pleine lumière, une humidité constante sans excès et est par conséquent plutôt rare. De plus, près de 90% des individus sont de sexe mâle.

Multiplication

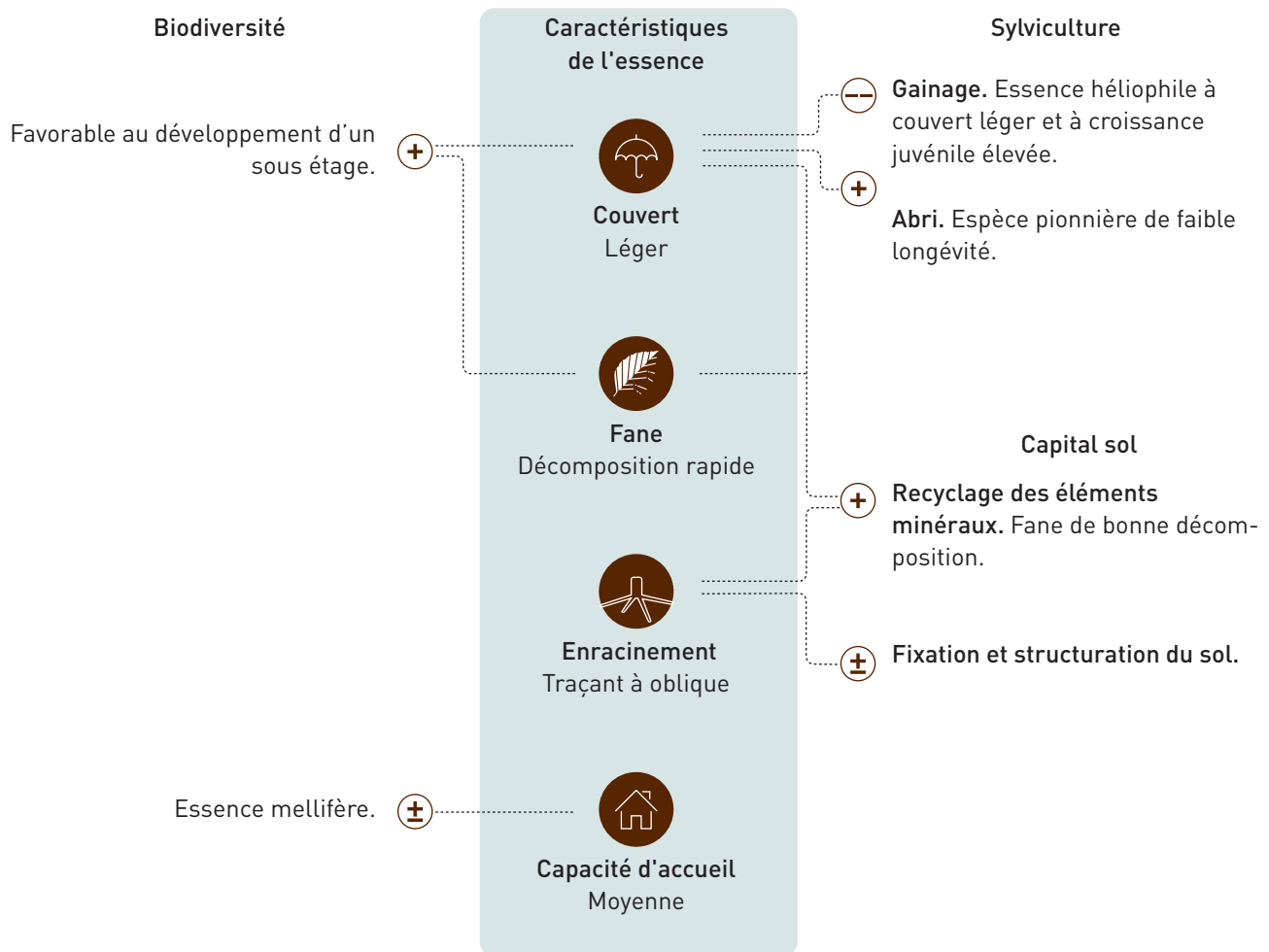
Le peuplier grisard présente une importante capacité à drageonner. La régénération naturelle par drageons est dès lors fréquemment utilisée. Cependant, les drageons sont sensibles aux phénomènes de compaction, il faut donc veiller à ne pas travailler le sol avec des engins lourds.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Manque de rectitude du tronc	Source de lumière trop hétérogène (phototropisme)	Gestion de la lumière
Présence de nœuds	Branchaison importante	Élagage
Pourriture de cœur	Âge, stations non favorables	Terme d'exploitabilité précoce, choix de la station

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Forte	Utilisé en gagnage
Écorcement	Forte	
Frottage	Forte	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

Le Marssonina

Marssonina brunnea

Site d'attaque : feuilles et pousses.

Symptômes et dégâts : sur les deux faces du limbe, petites taches brunes de 1 à 5 mm autour desquelles se forment des zones chlorotiques. Durant la saison, les taches s'agrandissent pour former des plages brunes donnant à la feuille une couleur bronze. L'infection commence par le bas puis migre vers le haut de l'arbre. Chute prématurée du feuillage.

Conditions : persistance d'une pellicule d'eau sur les feuilles (précipitations fréquentes) et température moyenne entre 12 et 20 °C.

Caractère : primaire – fréquent.

Risque : pour le peuplement.

Conséquence : perte de croissance, sensibilité accrue à des pathogènes de faiblesse.

Les rouilles du peuplier

Melampsora spp.

Site d'attaque : feuilles .

Symptômes et dégâts : pustule orangées à la face inférieure des feuilles en été. Les feuilles infectées se dessèchent et tombent prématurément.

Conditions: présence d'un hôte alternant à proximité (mélèze), excès d'azote et déficit en potassium.

Caractère: primaire – fréquent.

Risque: pour le peuplement.

Conséquence: perte de croissance, débourrement tardif et sensibilité accrue à des pathogènes de faiblesse.

Le chancre dothichizéen

Discosporium populeum

Site d'attaque : rameaux et tiges.

Symptômes et dégâts : Dépression de teinte marron clair à noir conduisant à un dessèchement du plant. Sous l'écorce, tissus noirs et humides.

Conditions : plant de pépinière de mauvaise qualité, mauvaises conditions de plantation, blessures de l'écorce.

Caractère : secondaire – moyennement fréquent.

Risque : pour jeunes arbres et en pépinière.

Conséquence : mortalité de jeunes plants.

Insectes

Petite saperde

Saperda populnea

Site d'attaque : tronc et/ou branches.

Symptômes et dégâts : galeries dans les branches ou troncs de petit diamètre (quelques cm), encoche de ponte en fer à cheval. Un renflement se développe à l'emplacement de la galerie.

Conditions : statut non connu.

Caractère : primaire – de faiblesse. Observé régulièrement sur divers *Populus spp.* pas de dégâts graves signalés.

Risque : individuel.

Conséquences : perte de productivité.

Grande saperde*Saperda carcharias*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries souvent à la base de gros troncs. Sciure rejetée à l'extérieur de la galerie. Grand orifice de sortie (de l'ordre du cm).

Conditions : arbres souvent de grande taille, peut-être sénescents.

Caractère : primaire – de faiblesse. Observé régulièrement sur divers *Populus spp.* Pas de dégâts graves signalés.

Risque : individuel.

Conséquences : à terme : mort.

Petite Sésie*Paranthrene tabaniformis*

Site d'attaque : tronc ou branches.

Symptômes et dégâts : galeries dans les branches ou troncs de petit diamètre (quelques cm).

Conditions : statut non connu.

Caractère : primaire – de faiblesse. Observé sporadiquement. Pas de dégâts signalés.

Risque : individuel.

Conséquences : perte de productivité.

Puceron lanigère*Phloemyzus passerinii*

Site d'attaque : en surface sur le tronc.

Symptômes et dégâts : Insectes présents en grands nombres sur le tronc et les grosses branches.

Conditions : forte spécificité clonale.

Caractère : primaire / de faiblesse. Observé en France sur divers *Populus spp.* Parfois, dégâts importants

Risque : individuel.

Conséquences : statut peu clair. Tue certains clones de peupliers euraméricains.

Cossus gâte bois*Cossus cossus*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans les troncs. Sciure rejetée à l'extérieur de la galerie, suintements. Grand orifice de sortie (de l'ordre du cm). Odeur forte (vinaigrée). L'exuvie nymphale reste souvent fixée près de l'orifice.

Conditions : arbres de toutes tailles, arbres d'alignement

Caractère : primaire – de faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : à terme : mort.

Zeuzère*Zeuzera pyrina*

Site d'attaque : branches et parfois tronc d'arbres jeunes.

Symptômes et dégâts : galeries dans les branches. Ponte au niveau d'un bourgeon ou d'un pétiole. La chenille s'introduit dans la branche et peut poursuivre jusqu'au tronc. Fanaison de la branche, éventuellement mort de l'arbre.

Conditions : arbres de toutes tailles mais souvent arbres jeunes.

Caractère : primaire / de faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : à terme : mort.

Également:**Cryptorrhynque***Cryptorrhynchus lapathi***Sésie apiforme***Aegeria apiformis***Chrysomèles***Chrysomela populi*, *C. tremulae*, *Phratora vitellinae*, *P. laticollis*, *P. vulgatissima*

7 Valorisation potentielle du bois

Un des meilleurs bois de peupliers à aubier de couleur blanche jaunâtre. Ses usages sont multiples : menuiserie, charpente, déroulage. Son bois est néanmoins pelucheux, ce qui peut être un inconvénient.

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Charpentes légères
Utilisations extérieures		Bois non durable (classe 5)
Utilisations intérieures	✓	Menuiserie, mobilier
Usages spécifiques	✓	Bois d'industrie, trituration, panneaux de contre-plaqué, pâte à papier, palettes, caisses, allumettes, emballages légers (cageots, boîtes à fromage...)

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques

Sensible aux sécheresses estivales et au déficit hydrique en général, le peuplier grisard nécessite un bon approvisionnement en eau pour une croissance optimale.

Dans une perspective de changements climatiques entraînant des étés plus secs, le peuplier grisard devrait se cantonner à des stations présentant une bonne alimentation en eau dans lesquelles l'espèce rencontre actuellement ses conditions optimales de croissance.

Néanmoins, sur de bonnes stations, une augmentation des températures annuelles lui serait favorable, particulièrement en Ardenne où il rencontre aujourd'hui des températures trop fraîches.

Cependant, peu sensible à l'engorgement du sol, l'augmentation éventuelle des précipitations hivernales ne constituerait pas un facteur défavorable dans les stations à régime hydrique alternatif.

9 Références majeures

- Dhellemmes G. (2000). **Revalorisation du Populus x canescens ou Peuplier grisard**. Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois (MRW).
- Lhoir P., André P. (1996). **Écologie et multiplication de Populus x canescens** (Ait) Smith. Forêt Privée 230.
- Mertens P. (2003). **Le peuplier en Wallonie et dans les régions voisines**. MRW-DGRNE.





Pin de Koekelare

Koekelare Schwarzkiefer^{DE}, Koekelaarse Den^{NL},
Koekelaar Black Pine^{EN}

Pinus nigra subsp. calabrica
cv *Koekelare*

1 Résumé

1.1 Atouts

- **Très forte résistance à la sécheresse**, permettant de valoriser des stations à faibles réserves en eau qui sont incompatibles avec les autres résineux couramment utilisés. 😊
- Bon **fixateur de sol**, de par un enracinement relativement profond et puissant.
- Relativement indifférent à la **richesse minéralogique du sol**, tolère les contextes très acides à calcaires.
- Peu sensible aux **gelées**, précoces comme tardives.
- Essence présentant un bon potentiel d'avenir dans le cadre des **changements climatiques**. 😊

1.2 Limites

- **Espèce thermophile**, inapte aux stations de haute altitude.
- Très sensible à l'**engorgement** en eau du sol, éviter les stations humides ou à régime hydrique alternatif. 😞
- **Nœuds** fréquents.
- Bonne résistance au **vent**.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle

Le pin de Koekelare est un hybride résultant du croisement entre le pin de Corse et le pin laricio de Calabre.

😊 Atout face aux changements climatiques

😞 Faiblesse face aux changements climatiques

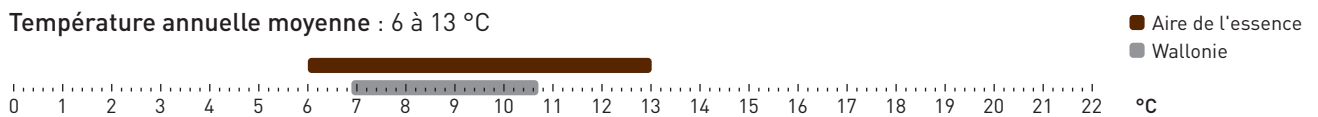
2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Le pin de Koekelare n'est pas spécifiquement identifié au sein de l'inventaire forestier régional (IPRFW).

3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : 6 à 13 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -25 °C, pas d'informations pour le maximum, mais très résistant aux hautes températures.



Précipitations annuelles totales : min. 800 mm

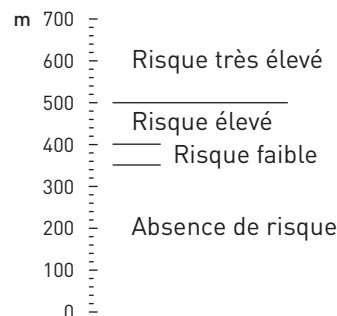


Le pin de Koekelare est considéré comme sensible aux froids hivernaux mais moins que le pin de Corse. Sa sensibilité diminue au-delà de 20-30 ans.

3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

Dès 350 m d'altitude, les pins de Corse et Koekelare peuvent souffrir de températures minimales hivernales trop faibles.



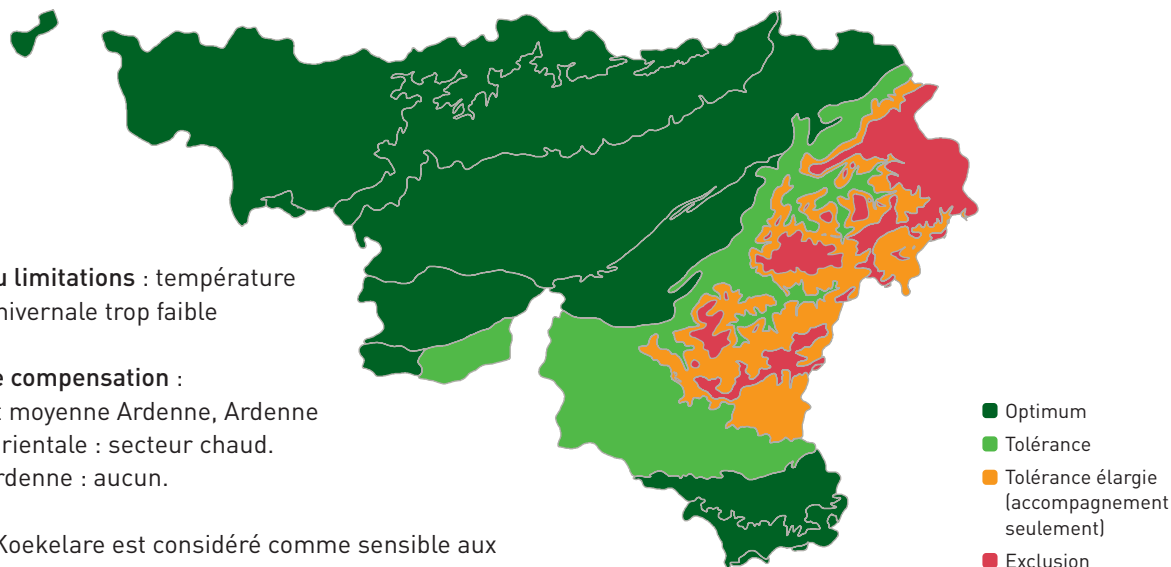
3.3 Sensibilités climatiques particulières

Risques ou limitations : température minimale hivernale trop faible

Facteur de compensation :

- Basse et moyenne Ardenne, Ardenne centro-orientale : secteur chaud.
- Haute Ardenne : aucun.

Le pin de Koekelare est considéré comme sensible aux froids hivernaux mais moins que le pin de Corse. Sa sensibilité diminue au-delà de 20-30 ans.



Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	PS	Débourrement tardif
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	PS	La reprise peut être compromise par la sécheresse. Le pin de Koekelare est moins sensible à la sécheresse que le pin noir de Corse
Adulte	PS 😊	
Canicule		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	PS	système racinaire puissant
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : non sensible

Acidité : peu sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique. Mesure du pH (en surface et en profondeur)

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **très sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4		Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f, i	-4 -3			
Sol modérément humide ● Drainage e,h	-2			
Sol frais ● Drainage d	-1	Précipitations élevées (Ardenne) Sol compact Texture lourde (E, U)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré Pseudogley < 60-70 cm	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** 😞

Risque principalement lié à la période d'engorgement.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	
● Drainage h	-2 RHA	Apports d'eau locaux importants (microtopographie) Texture lourde (E, U) « Argiles blanches »* (famille de sigles Ghx)	Ressuyage rapide au printemps Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité
● Drainage d	-1 RHA	Précipitations élevées (Ardenne)	Profondeur d'apparition du pseudogley > 60-70 cm	Test de structure (sols argileux)

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).Déficit hydrique : **peu sensible** 😊

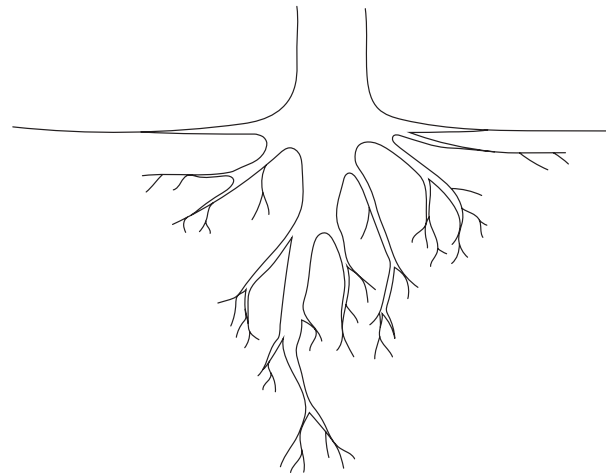
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5	Précipitations faibles (hors Ardenne) Sol compact	Socle rocheux fissuré Nappe d'eau en profondeur	Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5			
● Sol xérique	5			

NT : niveau trophique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Pivotant
- Moyennement profond et puissant

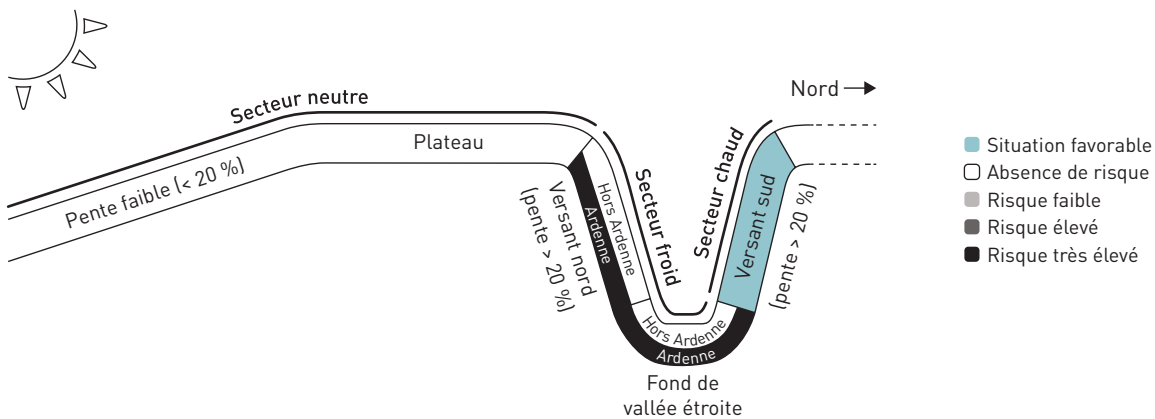


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : très sensible 😞
- Compacité du sol : sensible

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable Test de structure (sols argileux) Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis
Substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	

4.4 Effets des microclimats topographiques



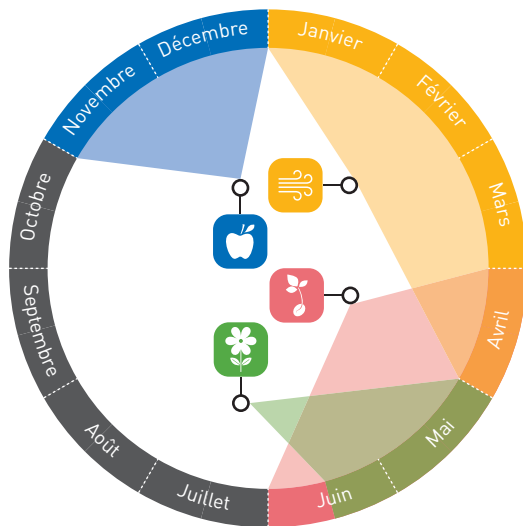
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> • Hors Ardenne : absence de risque. <input checked="" type="checkbox"/> • Ardenne : risque élevé. Températures hivernales trop faibles. Manque de chaleur en saison de végétation. Humidité atmosphériques favorisant les maladies cryptogamiques.
Fond de vallée étroite	<input type="checkbox"/> • Hors Ardenne : absence de risque. <input checked="" type="checkbox"/> • Ardenne : risque élevé. Températures hivernales trop faibles. Manque de chaleur en saison de végétation. Humidité atmosphériques favorisant les maladies cryptogamiques.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Situation favorable. Besoins en chaleur satisfaits (essence thermophile)

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : persistant.

Régénération sexuée



Régénération asexuée

Pas de régénération asexuée en conditions naturelles.

5.2 Croissance et productivité

Croissance : moyennement précoces, moyennement rapide et moyennement soutenue.

Hauteur à maturité (m) : 30 m (jusqu'à 40-50 m dans son aire d'origine).

Productivité (AMV m³/ha/an) : 10 à 15 m³/ha/an entre 65 et 75 ans (très productif).

Longévité : jusqu'à 500 ans.

Exploitabilité : plus de 100 ans.

Maturité sexuelle : **30 ans**.

Type de fleurs : **unisexuées**.

Localisation entre individus : **monoïque**.

Pollinisation : **anémogamie**.

Type de fruit : **cône (contenant les graines ailées)**.

Fréquence des fructifications : **2 à 3 ans**.

Mode de dissémination : **anémochorie**.

Les graines sont orthodoxes et n'ont pas de dormance. La germination peut être cependant améliorée et mieux groupée par un froid humide (3°C) de 4-6 semaines. En conditions naturelles, c'est l'hiver qui assure la levée de dormance pour une germination au printemps.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

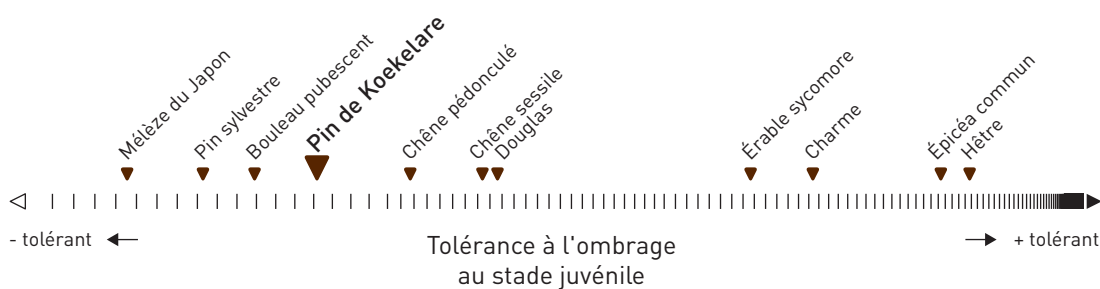
Héliophile strict.

Supporte un couvert supérieur très léger uniquement pendant les premières années.

Stade adulte

Héliophile strict.

Exige la pleine lumière, ne supporte pas la compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Diminution de la croissance et mortalité
Mise en lumière brutale	Aucun

5.4 Précautions à l'installation

- Le pin de Koekelare présente une très bonne reprise.
- Les jeunes plants sont particulièrement sensibles à la concurrence herbacée ; ils nécessitent des dégagements.

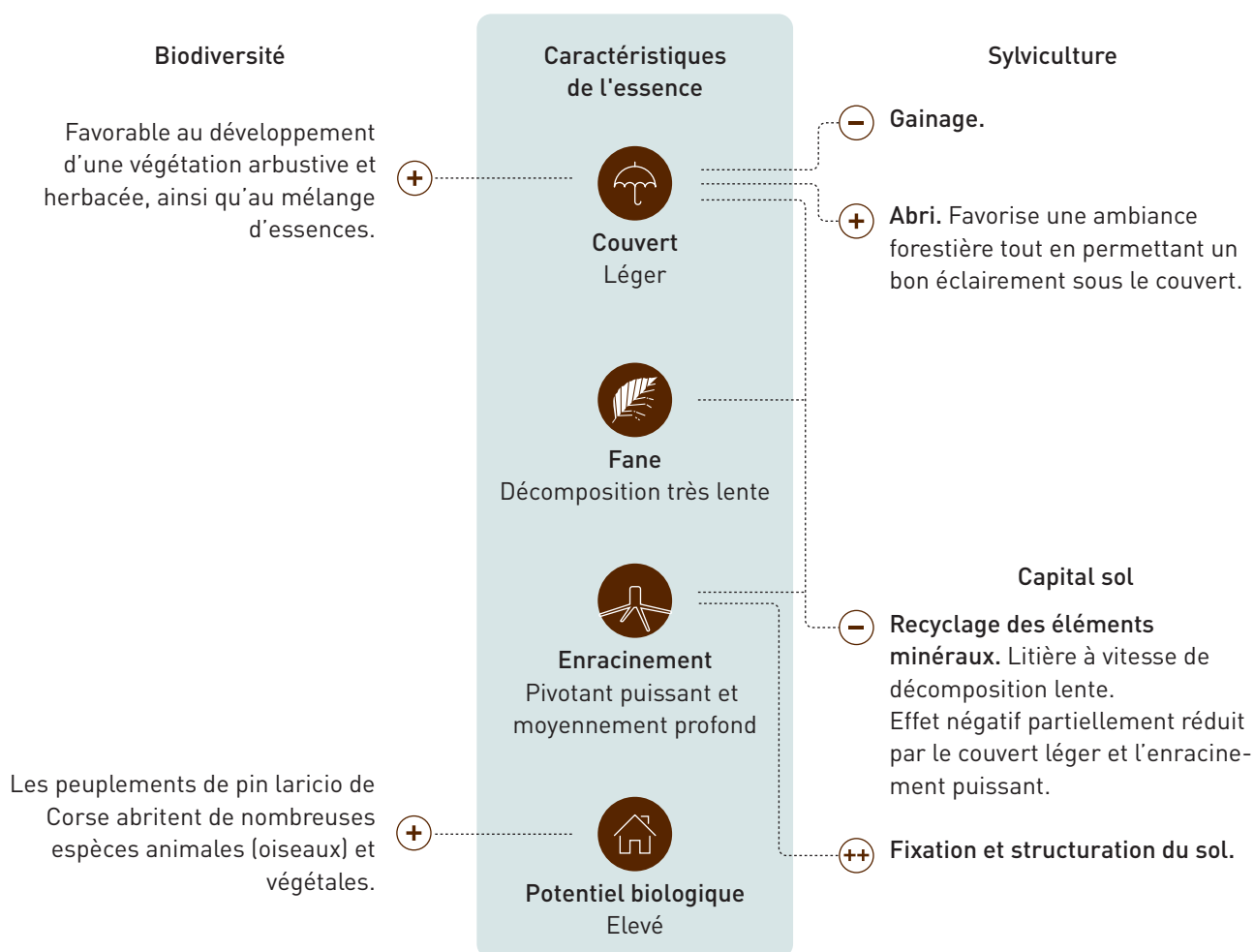
Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne

➔ environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Nœuds fréquents	Mauvais élagage naturel	Élagage artificiel
Bleuissement de l'aubier	Sensibilité de l'aubier	Usiner très rapidement les grumes et traiter les sciages

Le pin de Koekelare présente une branchaison plus importante (avec des branches de diamètre plus important) et un tronc moins droit que le pin laricio de Corse.

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Moyenne	
Écorcement	Moyenne	
Frottage	Moyenne	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

La brûlure des pousses de pin

Sphaeropsis sapinea

Site d'attaque : aiguilles et rameaux.

Symptômes et dégâts : dessèchement des aiguilles de l'année qui demeurent nanifiées, nécroses sous-corticale des rameaux ou chancres, écoulements de résine.

Conditions : maladie souvent déclenchée suite à stress hydrique, grêle et orages violents.

Caractère : pathogène de faiblesse – fréquent.

Risque : pour le peuplement (dispersion des spores par voie aérienne).

Conséquence : perte de productivité.

La maladie des bandes rouges

Dothistroma septosporum et *Dothistroma pini*

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : bandes transversales jaunes puis brunes sur les aiguilles, brunissement des extrémités d'aiguilles qui ne sont plus alimentées, chutes d'aiguilles plus importantes dans le bas du houppier.

Conditions : conditions de chaleur humide, situations confinées.

Caractère : primaire – peu fréquent.

Risque : pour le peuplement (transmission de la maladie par voie aérienne).

Conséquence : perte de productivité.

Le rouge cryptogamique des aiguilles de pin

Lophodermium seditiosum

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : brunissement des aiguilles touchant surtout les branches basses.

Conditions : stations humides ou situations confinées (forte densité de plantation, enherbement...).

Caractère : primaire (les espèces *L. pinastri* et *L. conigenum* sont des pathogènes de faiblesse) – fréquent.

Risque : pour le peuplement (transmission de la maladie par voie aérienne).

Conséquence : perte de productivité, mortalité sur plants de pépinière.

La rouille courbeuse

Melampsora pinitorqua

Site d'attaque : pousse de l'année.

Symptômes et dégâts : lésion chancreuse de la pousse en élongation, fructifications oranges au niveau de la lésion, courbure de la pousse (baïonnette).

Conditions : sujets à forte croissance, proximité de peupliers (blanc ou tremble), printemps doux et humides.

Caractère : primaire – peu fréquent.

Risque : dévalorisation du bois (déformation irréversible du tronc si axe principal touché).

La rouille vésiculeuse de l'écorce

Cronartium flaccidum

Site d'attaque : tronc et rameaux.

Symptômes et dégâts : chancres sur rameaux avec pustules oranges, écoulement de résine, cassure de tronc ou de branches.

Conditions : -

Caractère : primaire – peu fréquent.

Risque : perte de croissance, mortalité de certains individus (en cas de chancres ceinturant à la base du tronc).

Cœur rouge ou maladie du rond (« le Fomes »)*Heterobasidion annosum sensu lato*

Site d'attaque : racines, tronc.

Symptômes et dégâts : pourriture rouge du cœur et des racines, dépérissement, carpophores de forme irrégulière au pied.

Conditions : contamination des souches lors d'éclaircies.

Caractère : primaire - fréquent.

Risque : propagation aux arbres voisins par contact racinaire.

Conséquence : perte de la valeur commerciale, risque de mortalité à l'échelle du peuplement.

L'armillaire (pourridié racinaire)*Armillaria spp.*

Site d'attaque : racines .

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent - généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Problématiques émergentes**La maladie des taches brunes***Mycosphaerella dearnessii*

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : taches jaunes puis brunes sur les aiguilles, brunissement et chute d'aiguilles touchant surtout le bas de la couronne.

Conditions : conditions chaudes et humides.

Caractère : primaire - rare - émergent.

Risque : pour le peuplement (transmission de la maladie par voie aérienne).

Conséquence : perte de productivité.

Le dessèchement des rameaux de pin*Gremmeniella abietina*

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : coloration brun orange à la base des aiguilles entourant le bourgeon terminal puis brunissement complet et chute prématurée des aiguilles, mortalité de rameaux.

Conditions : conditions fraîches et humides.

Caractère : primaire – rare - émergent.

Risque : pour le peuplement (dispersion de spores par voie aérienne).

Conséquence : risque de mortalité sur jeunes sujets et de déformation sur arbres plus âgés.

Le chancre poisseux du pin*Gibberella circinata*

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : nécrose corticale sur rameaux et tronc, dépérissement de rameaux, écoulement de résine.

Conditions : humidité atmosphérique importante, température relativement élevée.

Caractère : primaire – rare - émergent.

Risque : dissémination par voie aérienne (vent, insectes cambioxyphages...) ou par semences infectées, propagation lente au sein d'un site infecté.

Conséquence : mortalité de sujets adultes (infection du tronc ou attaque multiple de rameaux), fonte de semis.

Heterobasidion irregulare

Site d'attaque : racines, tronc.

Symptômes et dégâts : similaires à ceux occasionnés par *Heterobasidion annosum* (pourriture rouge du cœur et des racines, dépérissement) mais risque d'agressivité accrue.

Conditions : contamination des souches lors d'éclaircies.

Caractère : primaire – rare.

Risque : propagation aux arbres voisins par contact racinaire.

Conséquence : perte de la valeur commerciale, risque de mortalité à l'échelle du peuplement.

**Insectes****Sténographe***Ips sexdentatus*

Site d'attaque : écorce, tronc.

Symptômes et dégâts : sciure rousse lors de l'attaque, chute d'écorce, roussissement des aiguilles, galeries en échelle verticale dans le phloème.

Conditions : surtout suite à des chablis et/ou années sèches.

Caractère : faiblesse, récurrent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : coloration bleue du bois attaqué.

Hylobe

Hylobius abietis

Site d'attaque : écorce, collet.

Symptômes et dégâts : au printemps, morsures à la base de la tige des jeunes plants, dépérissement.

Conditions : coupe à blanc de résineux et reboisement rapide (1-2 ans après la coupe).

Caractère : récurrent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort des jeunes plants .

Chalcographe

Pityogenes chalcographus

Site d'attaque : écorce, tronc et branches.

Symptômes et dégâts : sciure rousse lors de l'attaque, chute d'écorce, roussissement des aiguilles, galeries en étoile dans le phloème.

Conditions : jeunes arbres, cîme et branches des arbres plus âgés.

Caractère : faiblesse, peut devenir primaire en cas de pullulation. Récurrent, abondant après chaque tempête

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort, perte de régénération.

Scolyte liseré

Trypodendron lineatum

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : trous de pénétration, sciure blanche, taches sombres dans l'aubier.

Conditions : arbres morts ou mourants.

Caractère : secondaire. Fréquent.

Parfois dommageable au bois.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Hylésine du pin

Tomicus piniperda

Site d'attaque : a) tronc et grosses branches ou b) pousses terminales.

Symptômes et dégâts : a) trous de pénétration, sciure brune ou b) pousses cassées (10-20 cm), jonchant le sol, avec une galerie à l'endroit de la cassure.

Conditions : a) arbres morts ou dépérissants ou b) arbres vivants, en bonne santé.

Caractère : secondaire, sauf les dégâts aux pousses. Récurrent.

Risque : individuel.

Conséquences : a) coloration bleue du bois attaqué ou b) dégarnissage des houppiers.

Également :

Hylaste

Hylastes ater

Pissodes

Pissodes spp.

Petite hylésine

Tomicus minor

Acuminé

Ips acuminatus

Problématiques émergentes

Processionnaire du pin

Thaumetopoea pityocampa

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : défoliation dès le débourrement, chenilles grégaires, activité nocturne, confection de nids en soies.

Conditions : coïncidence entre l'apparition des jeunes chenilles et le débourrement.

Caractère : indépendant de la santé des arbres. En France, remonte vers le nord et l'est.

Risque : possibilité de pullulations.

Conséquences : des attaques répétées peuvent favoriser des dépérissements. Poils urticants.

7 Valorisation potentielle du bois

Très apprécié pour la rectitude de son tronc. Les bois nouveaux sont destinés aux sciages de deuxième choix (coffrage, palette). Quand il est sans nœud et sans poche de résine, il est apprécié pour produire des feuilles de placage. Il sert également en menuiserie, en charpente et pour la fabrication de lamellé-collé. Son bois est naturellement peu durable (classe IV). En raison de sa très faible disponibilité en Belgique, il est très peu valorisé.

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Charpente, ossature, lamellé-collé,
Utilisations extérieures	✓	Durabilité naturelle : classe 3-4, moyennement à faiblement durable, nécessite un traitement de préservation. Bardage, plancher, aire de jeux
Utilisations intérieures	✓	Menuiserie à peindre, ameublement, parquet, lambris
Usages spécifiques	✓	Tranchage, déroulage. Bois de marine. Trituration: panneaux, papier. Emballage. Caisserie, palette, coffrage.

Le bois du pin de Koekelare est considéré comme plus dense et plus durable que le bois du pin laricio de Corse.

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques 😊

Le pin de Koekelare présente une forte résistance aux hautes températures estivales et à la sécheresse (édaphique et climatique). Une augmentation des températures moyennes annuelles et une diminution des précipitations estivales ne lui seraient donc pas néfastes. Une augmentation des températures pourrait même permettre d'étendre son aire de répartition à l'Ardenne Centro-Orientale.

Cependant, par sa sensibilité à l'engorgement du sol, l'augmentation éventuelle des précipitations hivernales pourrait constituer un facteur défavorable dans les stations à régime hydrique alternatif.

9 Références majeures

- Masson G. (2005). *Autécologie des essences forestières*. Lavoisier, Paris.





Pommier sauvage

Wildapfe^{DE}, Wilde appel^{NL}, Crab Apple^{EN}

Malus sylvestris (L.) Mill.

1 Résumé

1.1 Atouts

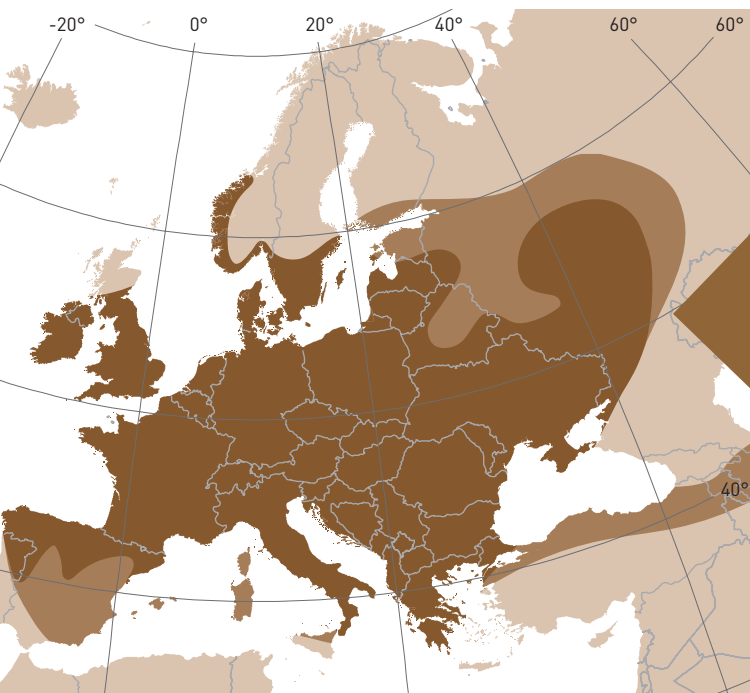
- **Potentiel biologique** important.
- Peu sensible aux **conditions climatiques** en général : gelées, grands froids, neige, givre, sécheresse, canicule, vent. 😊
- **Bois de qualité**, très recherché pour les marchés de niche.

1.2 Limites

- Très sensible à l'**engorgement** en eau du sol, les stations humides ou à régime hydrique alternatif sont déconseillées. 😞
- Très héliophile, le pommier sauvage tolère très mal la **concurrence**, même latérale.
- Très sensible aux **dégâts de faune** (abroussissement, frottis, écorcement), l'utilisation de protections est recommandée.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Le pommier sauvage est une essence eurasiatique à affinités subméditerranéennes.

L'aire naturelle du pommier sauvage s'étend du nord de la péninsule ibérique jusqu'au sud des pays scandinaves et de l'ouest de l'Europe à l'ouest de l'Asie. On le retrouve de manière plus sporadique dans les régions méditerranéennes.

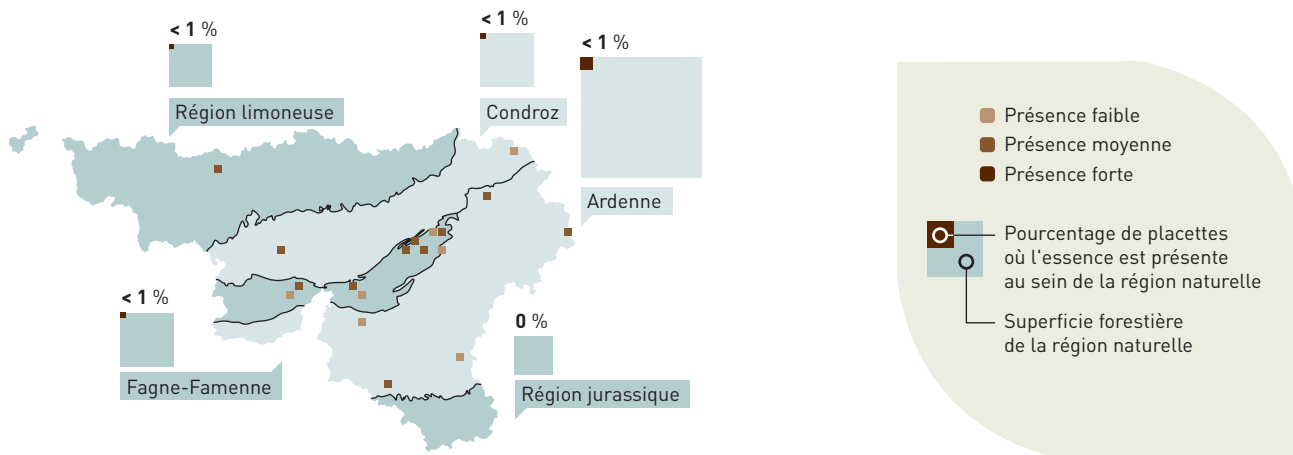
- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Le pommier sauvage se retrouve de manière disséminée en Wallonie et plus particulièrement au sein des forêts claires, des friches et au niveau des lisières des forêts.

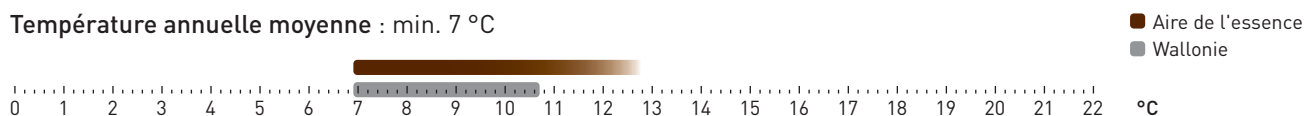
La ressource wallonne est mal évaluée car il s'agit d'une essence rare, distribuée de manière sporadique et souvent confondue avec le pommier commun ou le nerprun purgatif.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : min. 7 °C



Températures minimale et maximale absolues : pas d'informations

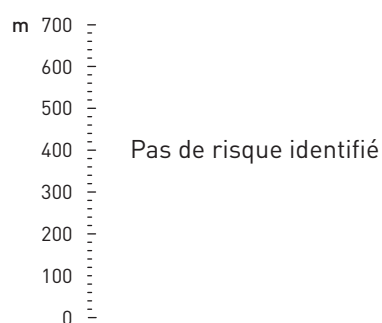


Précipitations annuelles totales : min : 600 mm

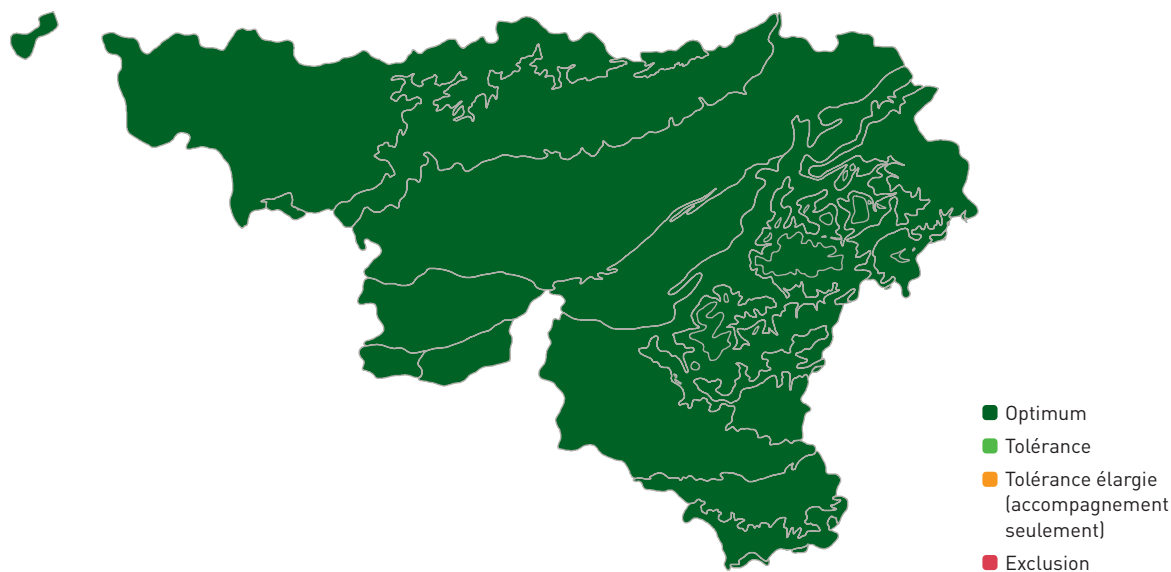


3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude



3.3 Sensibilités climatiques particulières



Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	PS	
Adulte	PS 😊	
Canicule		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **sensible** (diagnostics complémentaires : test HCl sur terre fine et mesure du pH)

Acidité : **sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3		Aucun	Sondage pédologique Mesure du pH (en surface et en profondeur)
Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique ● Profil f ou pH 3,8-4,5	-2	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **très sensible** ☹️

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique Test de texture
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f, i	-4 -3		Aucun	
Sol modérément humide ● Drainage e, h	-2	Précipitations élevées (Ardenne) Texture lourde (E, U)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** ☹️
Risque principalement lié à la période d'engorgement.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)
● Drainage h	-2 RHA	« Argiles blanches »* (familles de sigles et Ghx) Précipitations élevées (Ardenne)	Ressuyage rapide au printemps Sol bien structuré et/ou contexte calcaire (marne, macigno, argile de décarbonatation, etc.) Sol meuble	
● Drainage d	-1 RHA	Apports d'eau locaux importants (microtopographie) : cuvette, zone de source	Hydromorphie non fonctionnelle Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie ou du pseudogley > 60-70 cm (cas du drainage d)	

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).Déficit hydrique : **sensible**

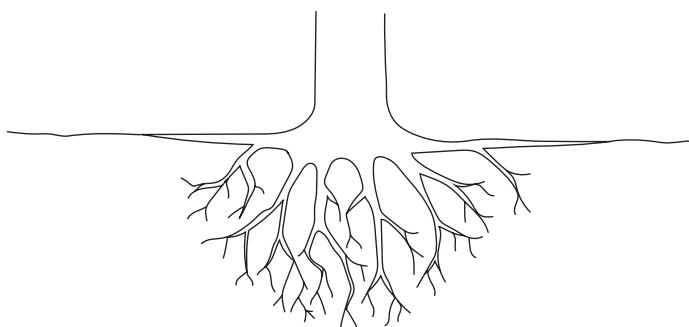
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Aucun	Position topographique
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Nappe d'eau en profondeur Socle rocheux fissuré	Sondage pédologique profond
● ● Sol plutôt sec à sec	3-4		Précipitations élevées (Ardenne)	Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Oblique



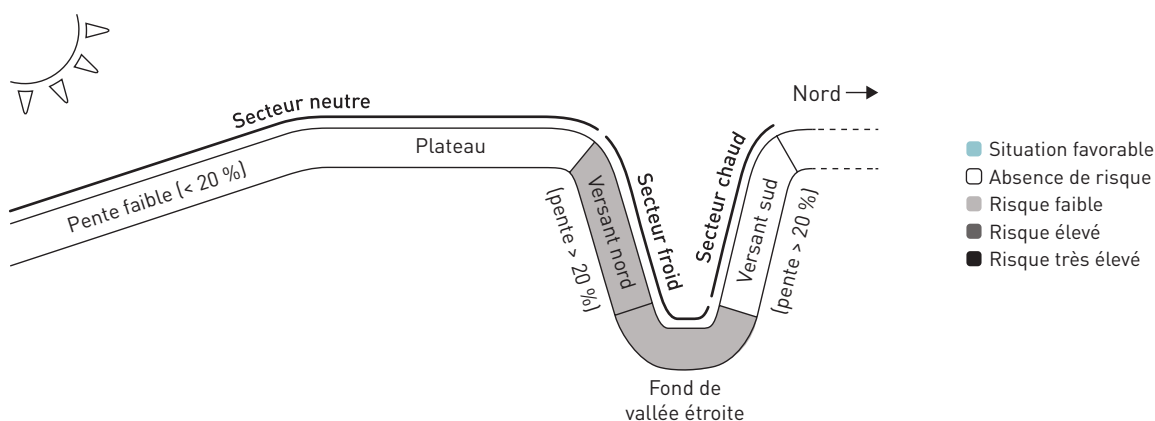
Sensibilités aux contraintes édaphiques

Anaérobiose : très sensible 😞

Compacité du sol : sensible

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E,	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable Test de structure (sols argileux) Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis
Substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	

4.4 Effets des microclimats topographiques



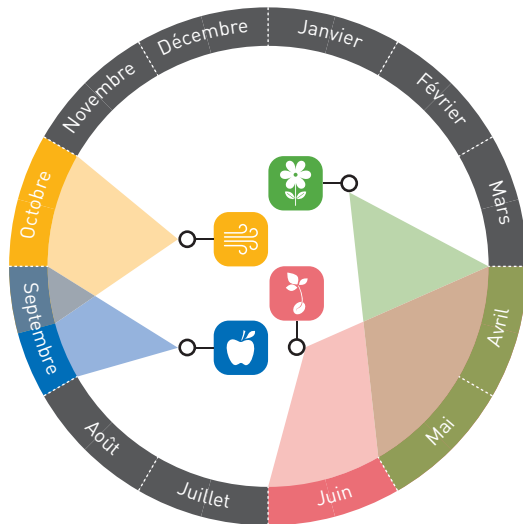
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Manque d'ensoleillement (essence héliophile), manque de chaleur.
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Manque d'ensoleillement (essence héliophile), manque de chaleur et gelées tardives.
Versant sud	<input type="checkbox"/> Absence de risque.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : mi avril à mi octobre.

Régénération sexuée



Régénération asexuée

Le pommier rejette de souche.

5.2 Croissance et productivité

Croissance: non documentée en Wallonie.

Hauteur à maturité (m) : 10 à 15 mètres en général (maximum observé à 21 mètres).

Productivité (AMV m³/ha/an) : non documentée en Wallonie (peu productif).

Longévité : 70 à 100 ans.

Exploitabilité : 60 à 80 ans.

Maturité sexuelle : **non renseignée**.

Type de fleurs : **hermaphrodites**.

Localisation entre individus : **monoïque**.

Pollinisation : **entomogamie**.

Type de fruit : **pommes qui contiennent les pépins**.

Fréquence des fructifications : **1 an**.

Mode de dissémination : **barochorie, zoochorie**.

Les graines sont orthodoxes. Elles ont une dormance profonde. En conditions artificielles, la dormance est levée par 8-16 semaines de froid humide (3 °C).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

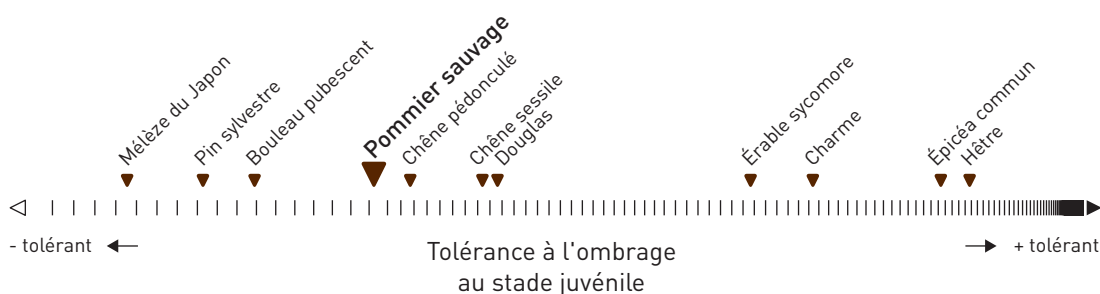
Héliophile.

Ne supporte aucun couvert supérieur.

Stade adulte

Héliophile.

Exige la pleine lumière, ne supporte pas la compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclairciment	Risque
Élevé	Absence de risque
Faible	Diminution du potentiel de croissance Troncs courbés ou penchés (phototropisme) Dépérissement
Mise en lumière brutale	Absence de risque

5.4 Précautions à l'installation

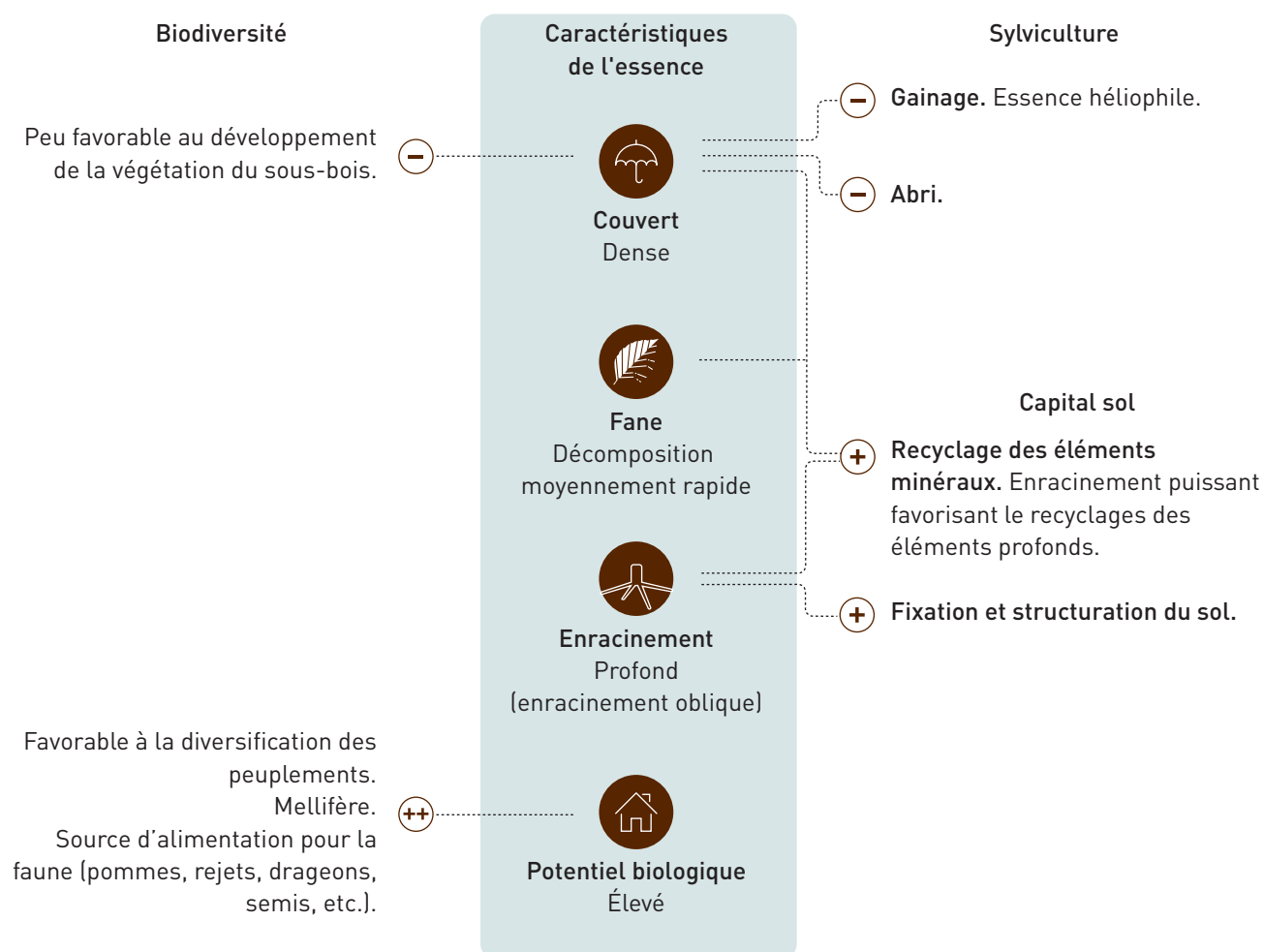
- Subvenir à ses besoins en lumière (essence héliophile) et contrôler la concurrence.
- Protection individuelle contre les rongeurs et l'abrouissement.
- Installation délicate : ne jamais enterrer le collet lors de la transplantation et conserver une longueur suffisante de racine principale (min. 30 cm) pour permettre la reprise.
- Souvent besoin de tuteurer les plants à racines nues.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Manque de rectitude du fût	Phototropisme	Contrôle du couvert et de la concurrence
	Dégâts de la faune sauvage	Protections individuelles

Peu d'informations disponibles à ce sujet en Wallonie.

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Forte	Les semis ou rejets et drageons sont particulièrement appréciés de la faune sauvage
Écorcement	Forte	
Frotture	Moyenne	

Peu d'informations disponibles à ce sujet en Wallonie.

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux



Pathogènes

L'oidium

Podosphaera leucotricha

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : duvet blanchâtre sur les deux faces du limbe et défoliation précoce.

Conditions: taux d'humidité élevé et température supérieure à 10°C.

Caractère: primaire - fréquent.

Risque: pour le peuplement.

Conséquence: perte de croissance.

La Tavelure

Venturia inaequalis

Site d'attaque : feuilles et fruits.

Symptômes et dégâts : lésions à la surface des feuilles et des fruits. Les feuilles infectées se déforment et chutent prématurément. Les fruits se crevassent.

Conditions: période humide au moment du débourrement.

Caractère: primaire – fréquent.

Risque: pour le peuplement.

Conséquence: perte de croissance.

Le chancre européen

Neonectria ditissima = Nectria galligena

Site d'attaque : branches et tronc.

Symptômes et dégâts : chancre pérenne de forme ronde ou ovale présentant des anneaux concentriques. Présence de fructifications de teinte orange à rouge au printemps et en hiver.

Conditions : sols humides et lourds.

Caractère: primaire – moyennement fréquent.

Risque: pour le peuplement.

Conséquence: altération du bois.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mort de l'arbre.

**Insectes****Hyponomeute du pommier***Yponomeuta malinellus*

Site d'attaque : feuilles en début de cycle, pousses terminales des rameaux plus tard.

Symptômes et dégâts : les jeunes chenilles minent le parenchyme foliaire, par la suite, les chenilles tissent des nids de soie aux extrémités des rameaux.

NB – ces nids se distinguent de ceux des processionnaires par le fait qu'on voit les chenilles, jaunes à grises, peu pubescentes, tachetées de noir, à travers les fils de soie.

Conditions : sur arbres sains.

Caractère : primaire, sporadique.

Risque : individuel.

Conséquences : conséquences réduites, éventuellement perte d'accroissement.

Puceron lanigère*Eriosoma lanigerum*

Site d'attaque : cicatrices de taille, aisselle de branches, racines.

Symptômes et dégâts : touffes laineuses blanches constituées par les longs filaments cireux produits par les insectes, qui vivent en agrégats.

Conditions : sur arbres sains.

Caractère : primaire, répandu en vergers.

Risque : individuel.

Conséquences : peut aboutir à la mort de l'arbre.

Puceron cendré*Dysaphis plantaginea*

Site d'attaque : colonies gris-bleuâtre sur la face inférieure des feuilles ou les jeunes rameaux.

Symptômes et dégâts : feuilles boursouflées, rameaux et fruits déformés.

Conditions : sur arbres sains.

Caractère : primaire, répandu en vergers.

Risque : individuel.

Conséquences : pertes d'accroissement/rendement possible.

Cossus gâte bois*Cossus cossus*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier. Grosses chenilles rougeâtres.

Conditions : arbres affaiblis. Attaque de nombreux feuillus.

Caractère : faiblesse. Notamment arbres de bords de route.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Zeuzère*Zeuzera pyrina*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier

Conditions : arbres affaiblis. Attaque de nombreux feuillus.

Caractère : faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Remarque : plusieurs espèces s'attaquant aux fruits et gros ravageurs en fruticulture (p.ex. *Cydia pomonella*) ne sont pas considérés ici étant donné leur moindre importance dans un contexte forestier.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		
Utilisations extérieures		
Utilisations intérieures	✓	Ébénisterie
Usages spécifiques	✓	Gravure, sculpture, tournage, lutherie, manches d'outils

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☹️

Les connaissances sur l'espèce ne permettent pas de se prononcer de manière certaine sur la question de la réaction du pommier sauvage face aux changements climatiques. Cependant, on peut supposer qu'une augmentation de la fréquence des sécheresses estivales pourrait fragiliser les pommiers sauvages installés sur

des stations déjà limites d'un point de vue de la réserve en eau. À l'inverse, une augmentation de la pluviosité hivernale pourrait aggraver les conditions d'engorgement des stations mal drainées, ce qui est néfaste pour le pommier.

9 Références majeures

- Coello J., et al. (2013). Recueil : Fiches techniques – Espèces et sylviculture – **Les feuillus précieux pour la production de bois de qualité : écologie et sylviculture des essences adaptées aux Pyrénées et aux régions limitrophes.** pp. 46-52.
- Larrieu L., Gonin P., Coello J. (2012). **Autécologie du Poirier commun (*Pyrus pyrastrer* (L.) Du Roi) et du Pommier sauvage (*Malus sylvestris* Mill.).** Forêt-entreprise n° 206, 2012, pp. 5-10 (disponible en ligne sur www.foretriveefrancaise.com et www.pirinoble.eu).
- Lévêque L., Valadon A., Lamant T. (2005). **Pommiers et poiriers sauvages : réhabilitons les arbres à pépins en forêt !** RDV techniques n°8 (ONF), p. 7-14.



Wallonie
environnement
SPW

UCLouvain
Earth and Life Institute

LIÈGE université
Gembloux
Agro-Bio Tech

FORÊT
•NATURE



Poirier commun

Holzbirne^{DE}, Wilde peer^{NL}, Wild pear^{EN}

Pyrus pyraster Burgds.

POIRIER
SAUVAGE

1 Résumé

1.1 Atouts

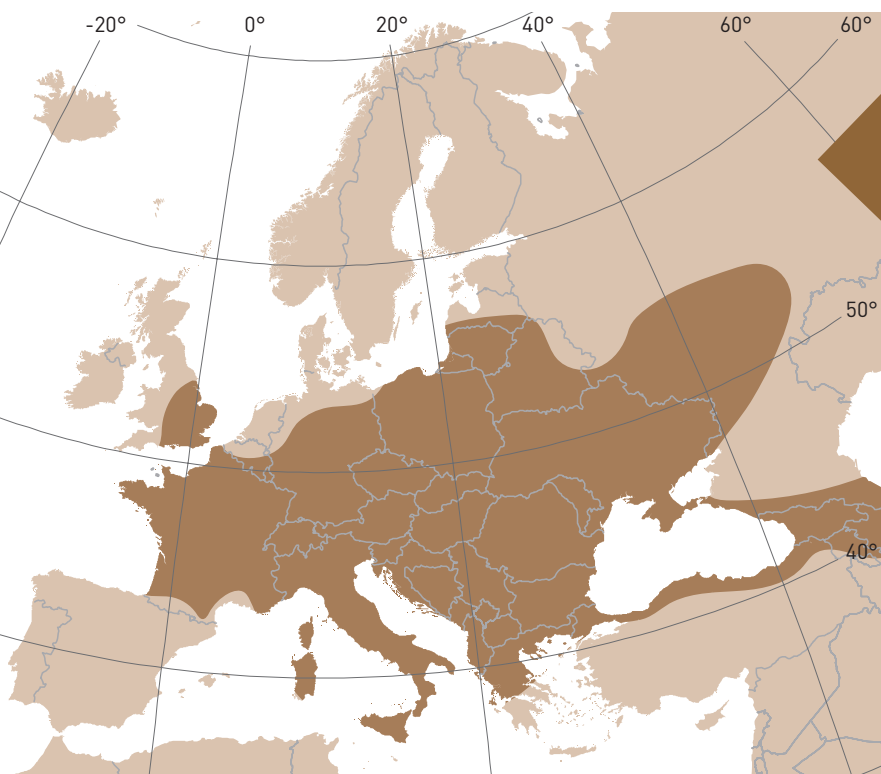
- **Potentiel biologique** important.
- **Enracinement profond** lui permettant de se maintenir dans des milieux contraignants (sols secs et rocaillieux, sols sableux, etc.). De manière générale, bonne adaptation vis-à-vis des **stations à faible réserve en eau**, et vis-à-vis des **sécheresses climatiques**. 😊
- **Recépage** possible lors des 3 à 4 premières années si le plant est mal conformé.
- **Bois de qualité**, très recherché pour les marchés de niche.
- Essence présentant un bon potentiel d'avenir dans le cadre des **changements climatiques**.

1.2 Limites

- Très sensible à l'**engorgement** en eau du sol, les stations humides ou à régime hydrique alternatif sont **déconseillées**. 😞
- Exigeant vis-à-vis de la **richesse minérale** du sol du sol, éviter les stations acides.
- Très héliophile, le poirier commun tolère très mal la **concurrence**, même latérale.
- Très sensible aux **dégâts de faune** (abroustissement, frottis, écorcement), l'utilisation de protections est recommandée.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Le poirier commun est une espèce eurasiatique qui s'épanouit dans les zones subméditerranéennes et subcontinentales.

L'aire naturelle du poirier commun s'étend du sud de l'Italie jusqu'aux pays baltes et de l'ouest de l'Europe à l'ouest de l'Asie.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

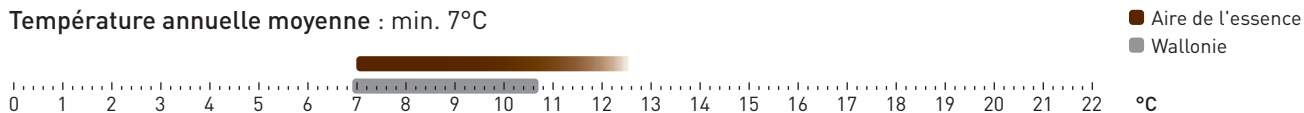
Le poirier commun est rarement observé dans les forêts wallonnes. Il est présent seul ou en petits groupes d'individus en mélange avec des espèces forestières. On peut le retrouver dans les bois clairs, les friches et au niveau des lisières des forêts.

La ressource wallonne est mal évaluée car il s'agit d'une essence rare, distribuée de manière sporadique et souvent confondue avec le pommier sauvage ou le nerprun purgatif.

3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : min. 7°C



Températures minimale et maximale absolues : pas d'informations



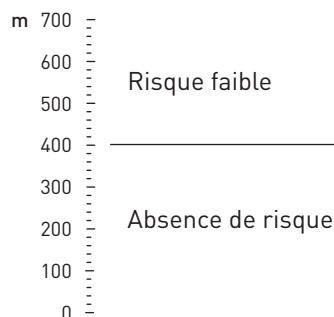
Précipitations annuelles totales : min. 600 mm



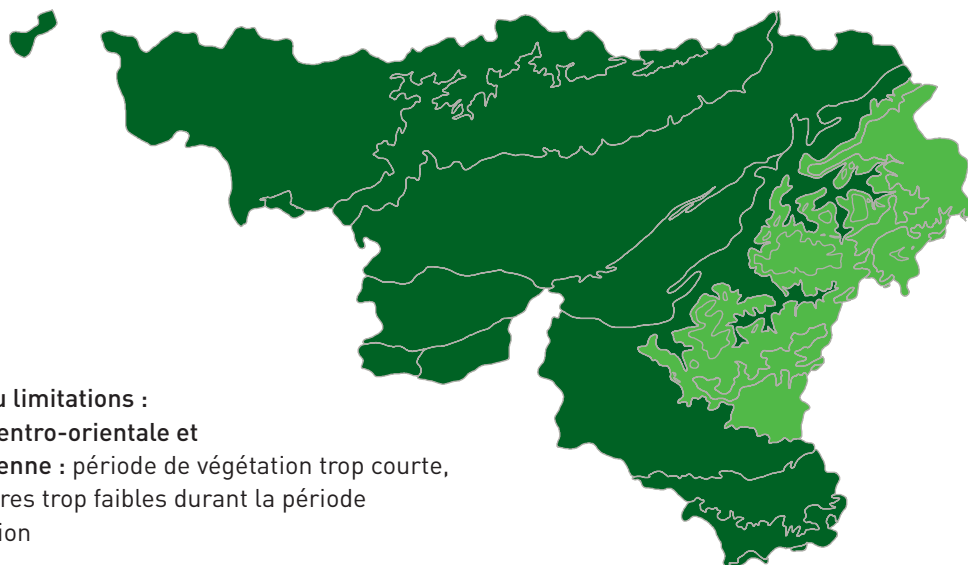
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

Au-delà de 400 m d'altitude, le potentiel de croissance de l'arbre peut se voir diminuer (période de végétation plus courte et températures plus faibles lors de la période de végétation). Cependant, ces conditions moins favorables au développement de l'espèce peuvent être compensées en situations topographiques chaudes (versants ensoleillés).



3.3 Sensibilités climatiques particulières

**Risques ou limitations :****Ardenne centro-orientale et****Haute Ardenne** : période de végétation trop courte, températures trop faibles durant la période de végétation**Facteur de compensation** : secteur chaud

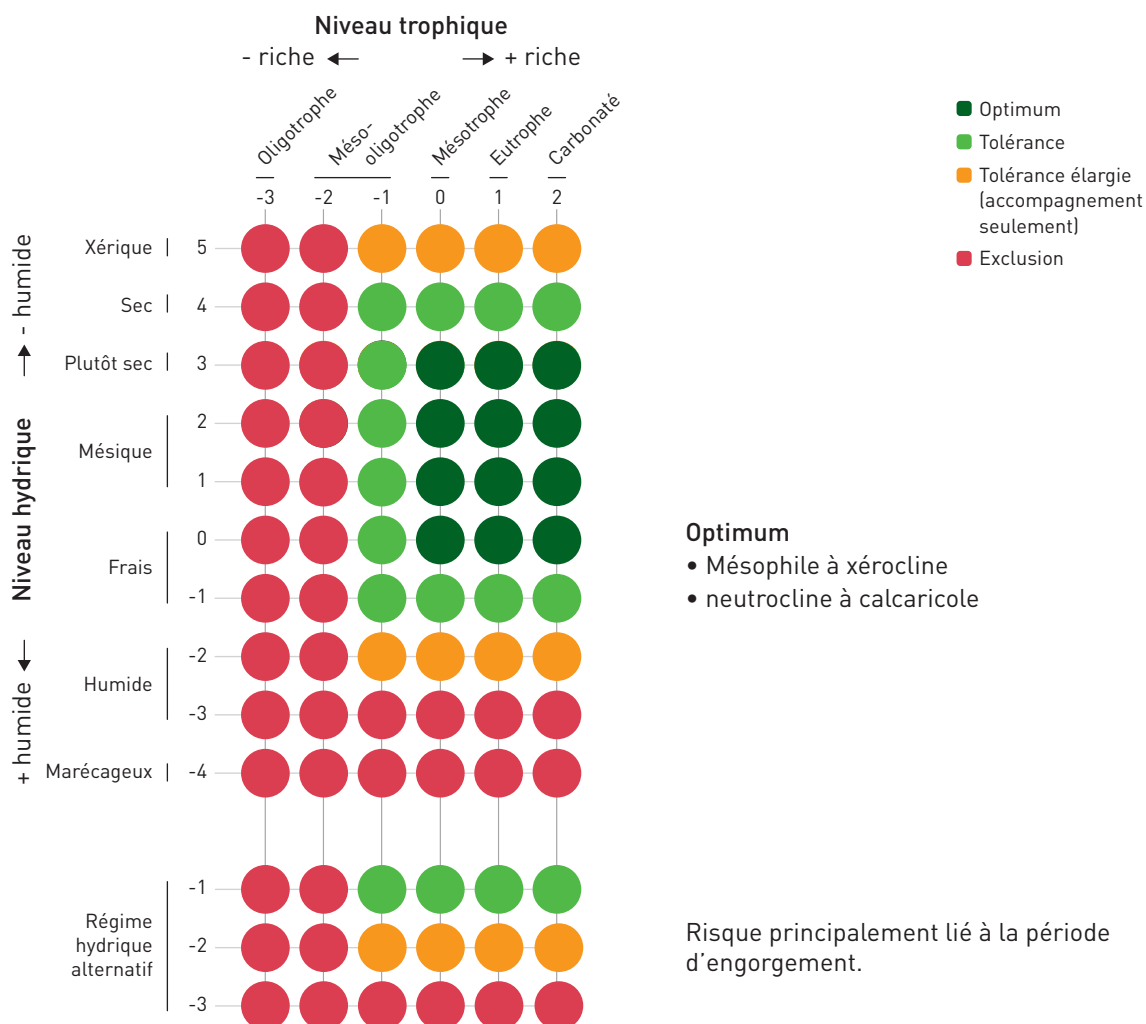
- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	S	Sensible aux gelées tardives lors de la floraison
Adulte	S	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	PS	
Adulte	PS 😊	
Canicule		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : non sensible

Acidité : très sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3		Aucun	Sondage pédologique Mesure du pH (en surface et en profondeur)
Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique ● Profil f ou pH 3,8-4,5	-2			
Sol méso-oligotrophe ● pH 4,5-5	-1	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **très sensible** 😞

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f, i	-4 -3		Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique
Sol modérément humide à frais ● Drainage e, h ● Drainage d, D	-2 -1	Précipitations élevées (Ardenne) Texture lourde (E, U)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble ou bien structuré	Test de texture

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** 😞

Risque principalement lié à la période d'engorgement.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	
● Drainage h	-2 RHA	« Argiles blanches »* (sigles Ghx) Précipitations élevées (Ardenne)	Sol bien structuré et/ou contexte calcaire (marne, macigno, argile de décarbonatation, etc.) Sol meuble	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture
● Drainage d	-1 RHA	Apports d'eau locaux importants (microtopographie) : cuvette, zone de source	Hydromorphie non fonctionnelle. Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie > 60-70 cm (cas du drainage d)	Test de compacité Test de structure (sols argileux)

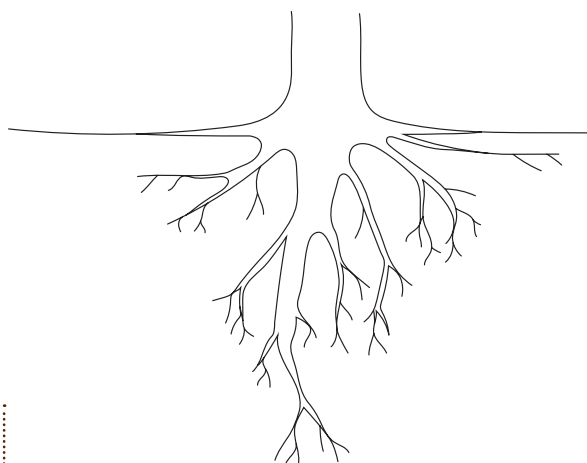
* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).Déficit hydrique : **peu sensible** 😊

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré	Position topographique
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5	Position topographique de pertes en eau	Précipitations élevées (Ardenne)	Sondage pédologique profond
● ● Sol sec à xérique	4-5			Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel
Pivotant



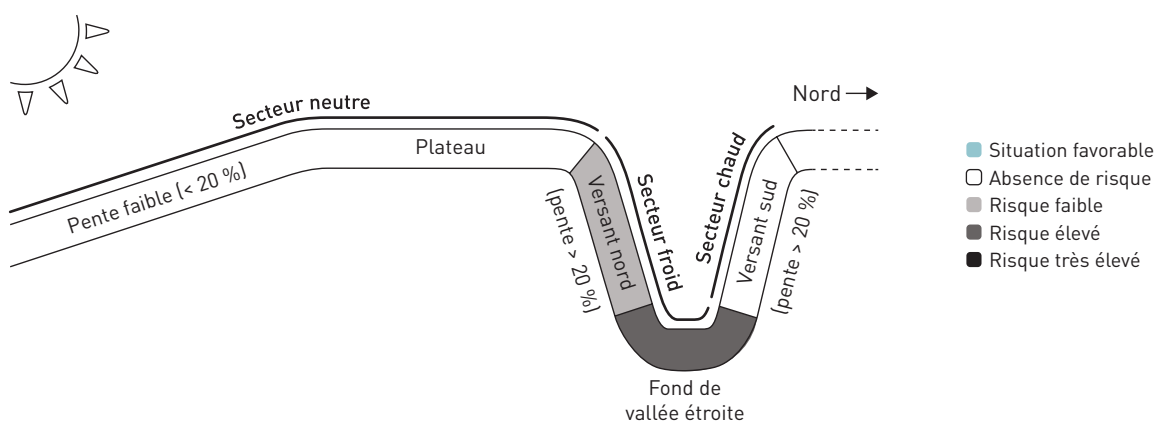
Bon à savoir: peut s'enraciner dans les sols rocheux.

Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : très sensible 😞
- Compacité du sol : sensible

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable
substrat u		u profond (> 70 à 80 cm)	Test de structure (sols argileux)
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis

4.4 Effets des microclimats topographiques



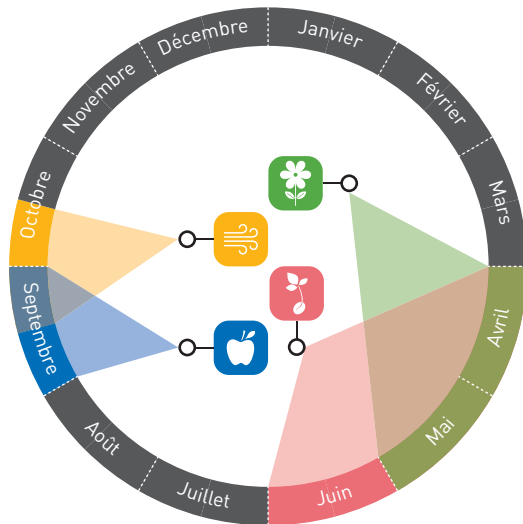
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Manque d'ensoleillement (essence héliophile), manque de chaleur.
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Manque d'ensoleillement (essence héliophile), manque de chaleur, gelées tardives durant la floraison.
Versant sud	<input type="checkbox"/> Absence de risque.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : mi-avril à octobre.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : **non renseignée.**

Type de fleurs : **Hermaphrodites.**

Localisation entre individus : **monoïque.**

Pollinisation : **Entomogamie.**

Type de fruit : **Poires qui contiennent les pépins.**

Fréquence des fructifications : **4 ans.**

Mode de dissémination : **barochorie, zoochorie.**

Les graines (pépins) sont orthodoxes. Elles ont une dormance profonde. En conditions artificielles, la dormance est levée par 8-16 semaines de froid humide (4°C). La levée de dormance est cependant plus rapide que celle du pommier sauvage.

Régénération asexuée

Le poirier sauvage se multiplie par les drageons. Il rejette de souche.

5.2 Croissance et productivité

Croissance : non documentée en Wallonie.

Hauteur à maturité : 8 à 20 m.

Productivité (AMV) : non documentée en Wallonie (peu productif).

Longévité : 150 à 200 ans.

Exploitabilité : 60 à 80 ans.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

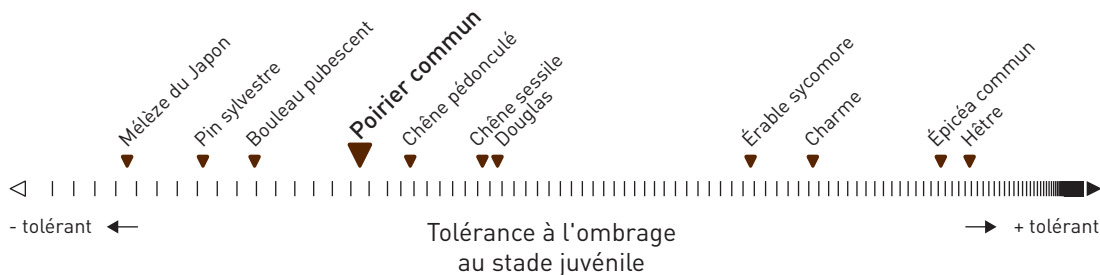
Héliophile.

Ne supporte aucun couvert supérieur.

Stade adulte

Héliophile.

Exige la pleine lumière, ne supporte pas la compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclairement	Risque
Élevé	Absence de risque
Faible	Diminution du potentiel de croissance Troncs courbés ou penchés (Phototropisme) Dépérissement
Mise en lumière brutale	Absence de risque

5.4 Précautions à l'installation

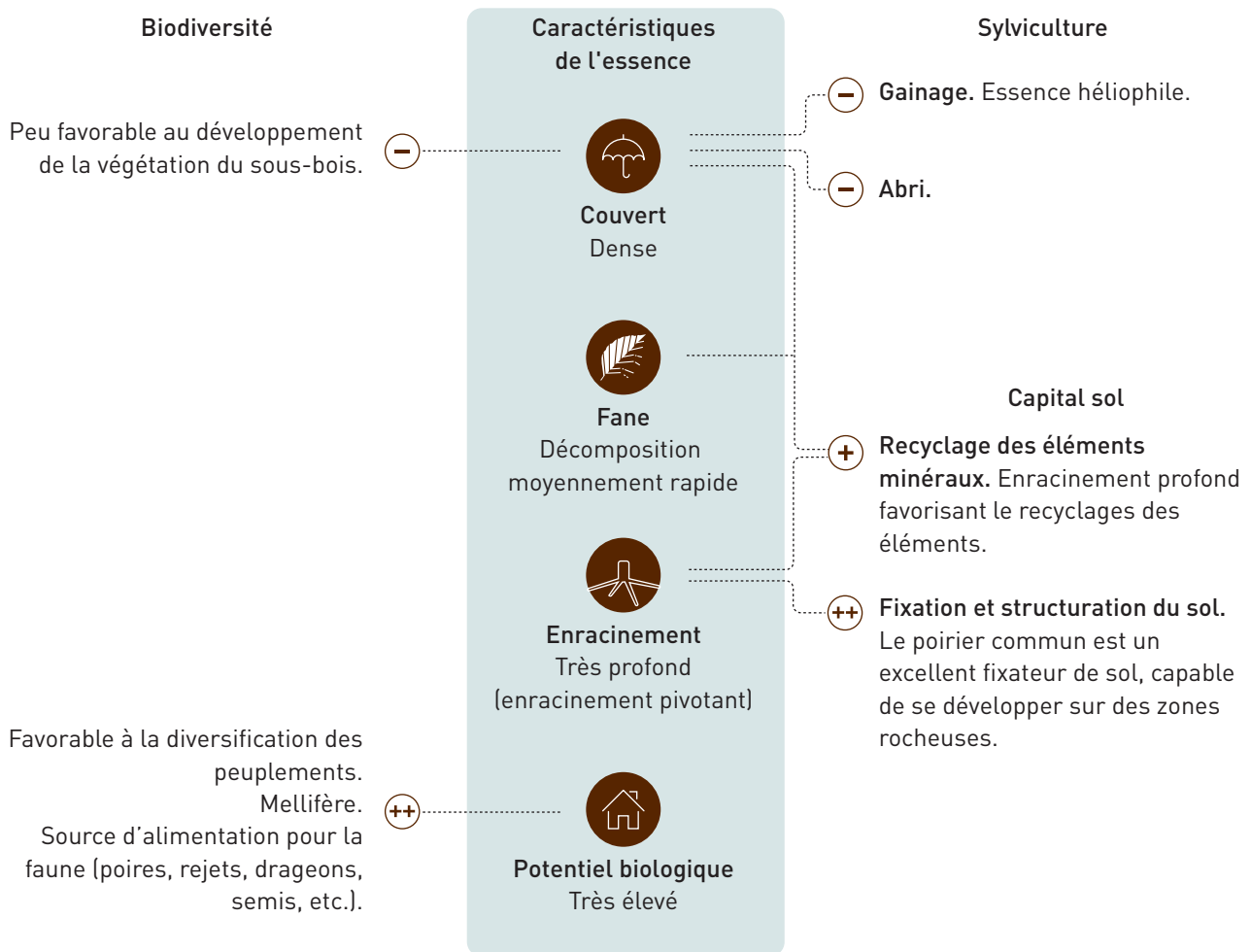
- Subvenir à ses besoins en lumière (essence fortement héliophile) et contrôler la concurrence.
- Protection individuelle contre les rongeurs et contre l'abrouissement.
- Installation délicate : ne jamais enterrer le collet lors de la transplantation et conserver une longueur suffisante de racine principale (min. 30 cm) pour permettre la reprise.
- Souvent besoin de tuteurer les plants à racines nues.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Fibre torse	Génétique	Contrôle de la provenance
Manque de rectitude du fut, courbure	Phototropisme	Contrôle du couvert et de la concurrence
	Dégâts de la faune sauvage	Protections individuelles

Peu d'informations disponibles à ce sujet en Wallonie.

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Forte	Les semis ou rejets et drageons sont particulièrement appréciés de la faune sauvage
Écorcement	Forte	
Frottage	Moyenne	Moyenne

Peu d'informations disponibles à ce sujet en Wallonie.

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

La Tavelure

Venturia pyrina

Site d'attaque : feuilles, fruits et rameaux.

Symptômes et dégâts : lésions à la surface des feuilles et des fruits. Les feuilles infectées se déforment et chutent prématurément. Les fruits se crevassent. Des chancres sur rameaux peuvent aussi se former.

Conditions : période humide au moment du débourrement.

Caractère : primaire – moyennement fréquent.

Risque: propagation possible aux arbres voisins.

Conséquence : perte de croissance.

La rouille grillagée

Gymnosporangium sabinae

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : au printemps, taches jaune à orange sur la face supérieure des feuilles ; en été, tumeurs verruqueuses à la face inférieure des feuilles.

Conditions: présence de l'hôte alternant à proximité (genévrier).

Caractère: primaire – moyennement fréquent.

Risque: pour le peuplement.

Conséquence: perte de croissance.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Caractère : primaire ou secondaire, fréquent.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Insectes

Bupreste du poirier

Agrilus sinuatus

Site d'attaque : écorce.

Symptômes et dégâts : galeries sinueuses sous l'écorce contenant des larves de forme caractéristique. Chancres avec des trous d'émergence en forme de "D".

Conditions : principalement sur les jeunes arbres.

Caractère : primaire, assez rare.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : peuvent provoquer la mort des jeunes arbres et affaiblir progressivement les arbres plus âgés.

Psylle du poirier

Cacopsylla pyri

Site d'attaque : feuilles, rameaux, jeunes pousses.

Symptômes et dégâts : petits insectes similaires à des pucerons et produisant de grosses quantités de miellat.

Conditions : favorisés par les déformations foliaires provoquées par les pucerons.

Caractère : primaire, très fréquent et abondant.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : affaiblissement de l'arbre, chute prématurée des feuilles, fumagine.

Pucerons, en particulier Puceron mauve du poirier

Dysaphis pyri

Site d'attaque : feuilles, jeunes pousses.

Symptômes et dégâts : colonies de pucerons provoquant souvent des déformations foliaires.

Conditions : -

Caractère : primaire, fréquent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : affaiblissement de l'arbre et interruption de la croissance, miellat induisant le développement de fumagine. Favorise le développement des psylles.

Cochenilles

e.a. *Quadraspidiotus spp.*, *Pseudococcus viburni*...

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : petites écailles brunâtres appliquées contre l'écorce.

Conditions : -

Caractère : primaire, peu fréquent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : affaiblissement de l'arbre.

Cossus gâte bois

Cossus cossus

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier. Grosses chenilles rougeâtres.

Conditions : arbres affaiblis. Attaque de nombreux feuillus.

Caractère : faiblesse. Notamment arbres de bords de route.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Zeuzère

Zeuzera pyrina

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans l'aubier

Conditions : arbres affaiblis. Attaque de nombreux feuillus.

Caractère : faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Remarque : plusieurs espèces s'attaquant aux fruits et gros ravageurs en fruticulture ne sont pas considérés ici étant donné leur moindre importance dans un contexte forestier (*Anthonomus pyri*, *Contarinia pyrivora*, *Cydia pomonella*, ...).

7 Valorisation potentielle du bois

Bois de homogène, uniformément rougesaumé et dense.

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		
Utilisations extérieures		Durabilité naturelle : classe 3, moyennement durable
Utilisations intérieures	✓	Ébénisterie fine, marqueterie
Usages spécifiques	✓	Placage pour ameublement et aménagement intérieur. Gravure, sculpture, tournage, lutherie, manches d'outils, équipement de dessin

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☺

Le poirier commun est relativement résistant face à la sécheresse. De plus, son enracinement pivotant lui permet d'aller puiser de l'eau dans les nappes d'eau profondes. Par conséquent, cette essence semblerait

être bien adaptée aux épisodes plus fréquents et plus longs de sécheresses qui sont propres aux changements climatiques attendus.

9 Références majeures

- Barengo N. (2001). **Projet favoriser les essences rares.** Fiche "Poirier sauvage – *Pyrus pyrastrer* (L.) Burgsd.", 8 p.
- Coello J. et al. (2013). Recueil : Fiches techniques – Espèces et sylviculture. **Les feuillus précieux pour la production de bois de qualité : écologie et sylviculture des essences adaptées aux Pyrénées et aux régions limitrophes.** pp. 46-52.
- Larrieu L., Gonin P., Coello J. (2012). **Autécologie du Poirier commun (*Pyrus pyrastrer* (L.) Du Roi) et du Pommier sauvage (*Malus sylvestris* Mill.).** Forêt entreprise n° 206 : 5-10.
- Lévêque L., Valadon A., Lamant T. (2005). **Pommiers et poiriers sauvages : réhabilitons les arbres à pépins en forêt !** RDV techniques n° 8 : 7-14.





Pin sylvestre

Gemeine Kiefer^{DE}, Grove Den^{NL}, Scots Pine^{EN}

Pinus sylvestris L.

1 Résumé

1.1 Atouts

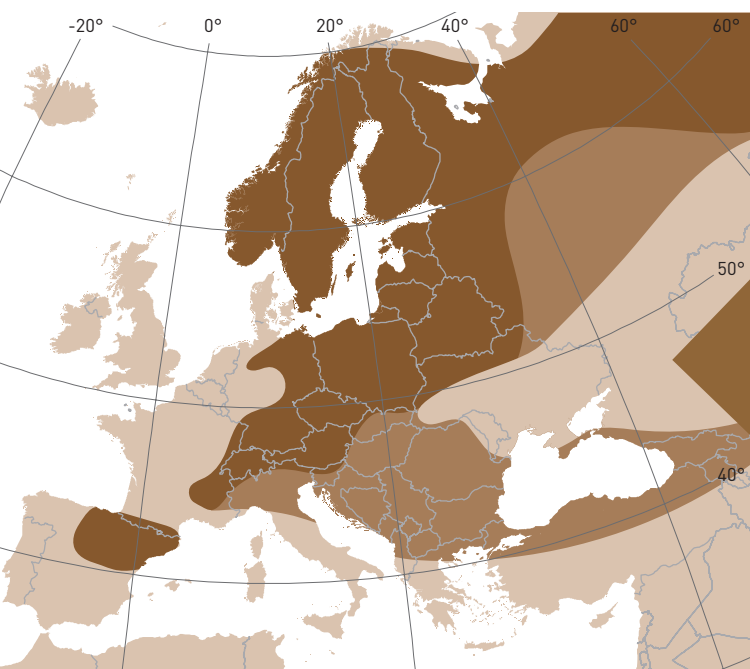
- Espèce **très robuste vis-à-vis des conditions de sol difficiles**. Bonne valorisation des stations marginales : acides et pauvres, sèches, à régime hydrique alternatif, sols compacts.
- Peu sensible aux **gelées**, précoces comme tardives.
- Excellente essence pour l'installation d'autres espèces **sous couvert**.
- Bonne **régénération naturelle**.
- **Potentiel biologique élevé**.
- Essence présentant un bon potentiel d'avenir dans le cadre des **changements climatiques**. 😊

1.2 Limites

- Faible **productivité** en comparaison d'autres résineux.
- Très sensible aux **sols carbonatés**, où il faut lui préférer les pins de Corse et d'Autriche.
- Très sensible aux **neiges lourdes et collantes**, implantation risquée en haute altitude (au delà de 400 m).

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Le pin sylvestre est une espèce eurasiatique. Son aire naturelle est très large et s'étend du sud de la Péninsule ibérique à la Scandinavie, de l'Atlantique à la Mandchourie. Alors que sa distribution est fractionnée dans les régions de moyennes ou hautes montagnes du sud, sa distribution est continue dans les plaines au nord.

Les populations isolées au sud de l'aire, considérées comme des refuges de la dernière ère glaciaire, ont parfois été décrites comme des espèces différentes.

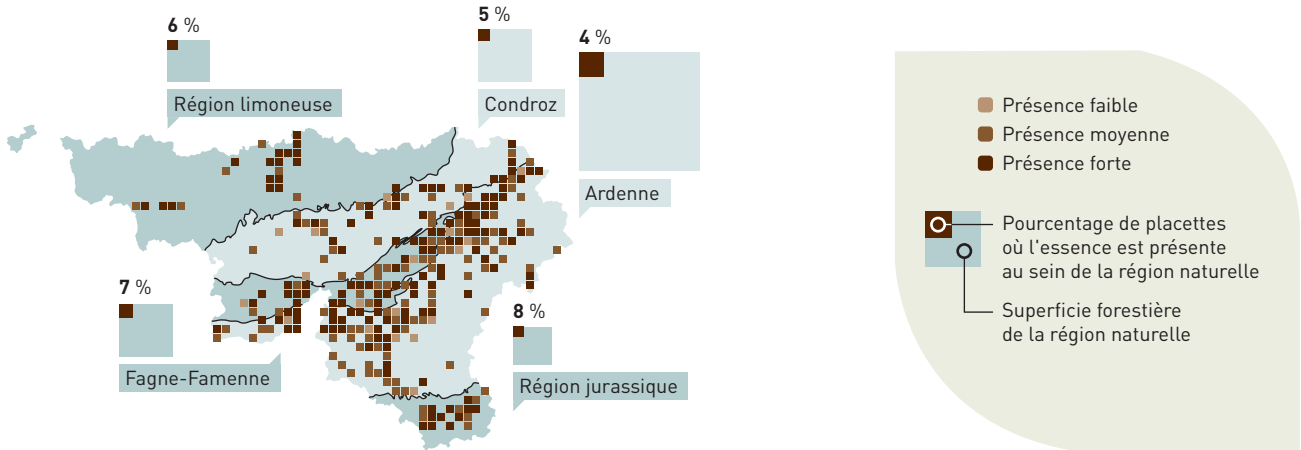
Son caractère indigène en Belgique est encore débattu actuellement. Il aurait été semé pour la première fois en Belgique en 1675, en Campine.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

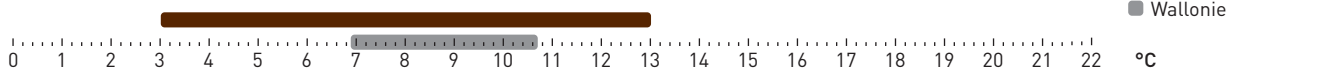
Le pin sylvestre est présent en moyenne sur 5 % de la forêt wallonne, avec un maximum de 8 % en Lorraine. Dans un cas sur quatre, le pin sylvestre est retrouvé en peuplements purs. En termes de surface, il s'agit de la troisième essence résineuse en Wallonie, loin derrière l'épicéa commun et juste après le douglas.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : 3 à 13 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -40 °C / max. 39 °C



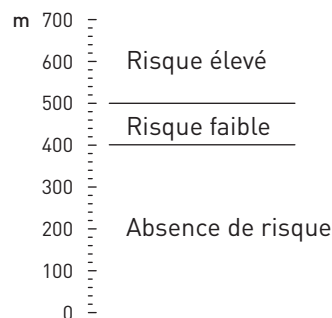
Précipitations annuelles totales : min. 500 mm



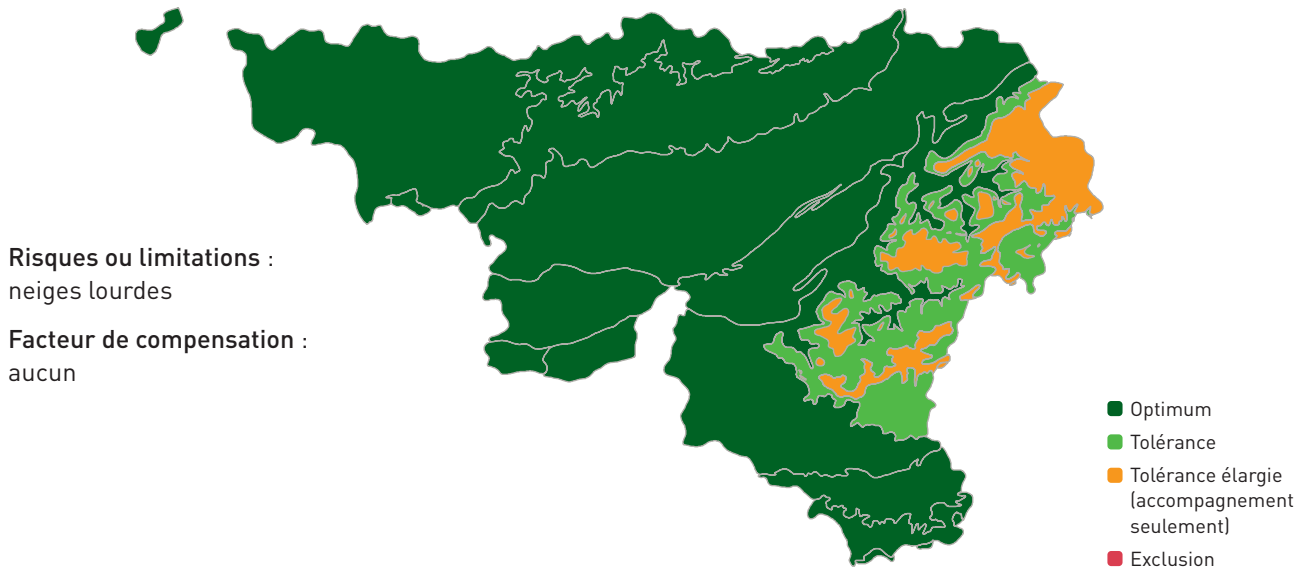
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

Dès 400 m d'altitude, les neiges lourdes peuvent occasionner d'importants dégâts au pin sylvestre.



3.3 Sensibilités climatiques particulières

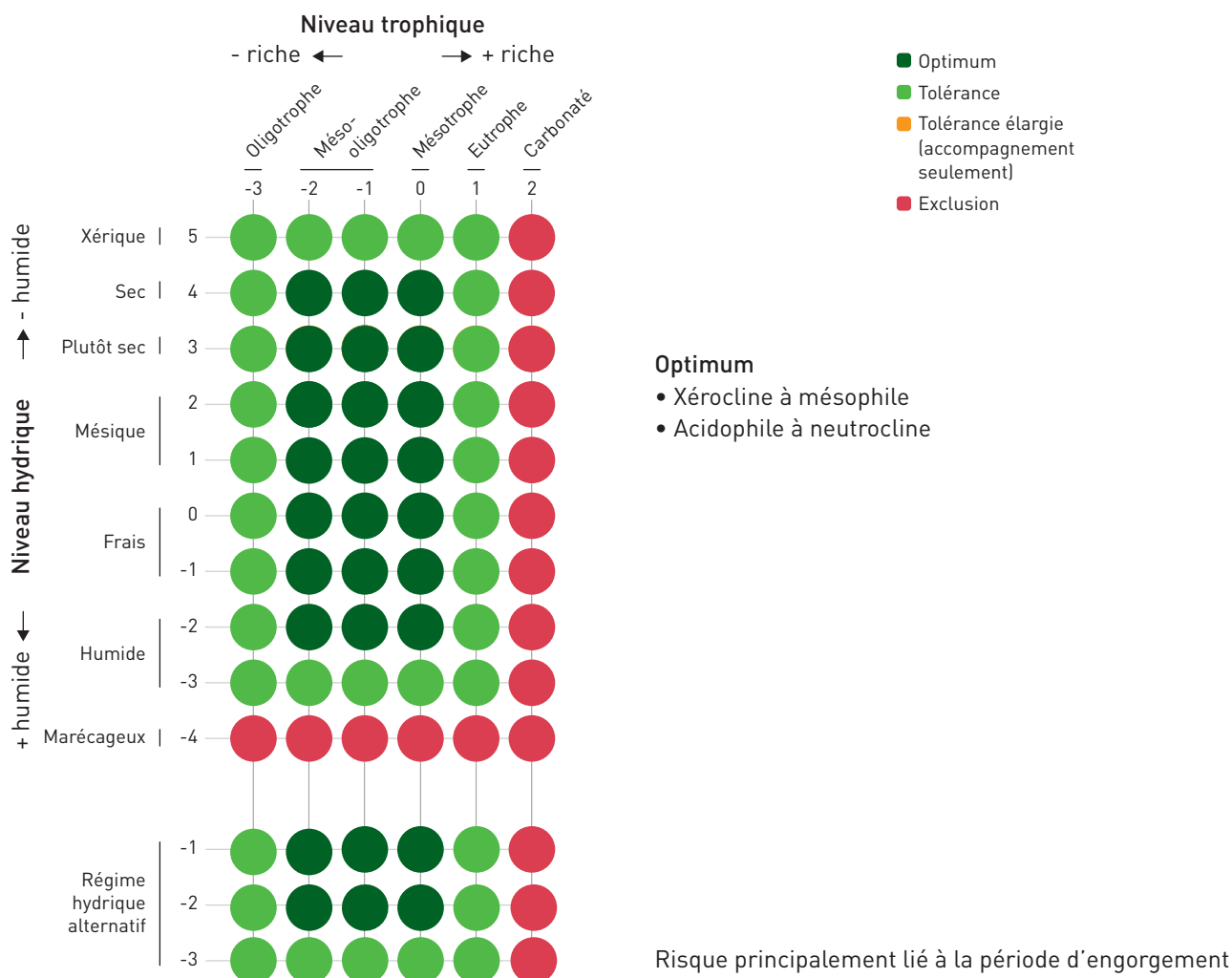


Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvénile	PS	
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvénile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvénile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Canicule		
Juvénile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvénile	TS	Le pin sylvestre présente des branches cassantes et des aiguilles disposées en plumeaux qui retiennent la neige. Il est donc très sensible aux neiges lourdes
Adulte	TS	
Vent		
Juvénile	S	Des déformations de tronc et des chablis peuvent être observés sur station venteuse
Adulte	S	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **très sensible** (diagnostics complémentaires : test HCl sur terre fine et mesure du pH)

Acidité : **peu sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH (en surface et en profondeur)

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **peu sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4		Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique
Sol marécageux à humide ● Drainage g	-4			
Sol très humide ● Drainage f, i	-3	Précipitations élevées (Ardenne)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **peu sensible** 😊

Risque principalement lié à la période d'engorgement

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA	Apports d'eau locaux importants (microtopographie) Précipitations élevées (Ardenne) « Argiles blanches * » (famille de sigles Gix)	Ressuyage rapide au printemps Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).Déficit hydrique : **peu sensible** 😊

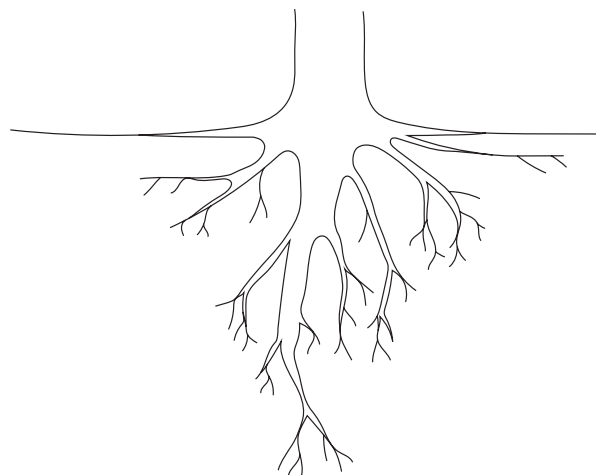
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	Position topographique Sondage pédologique profond
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5			
● Sol xérique	5			

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

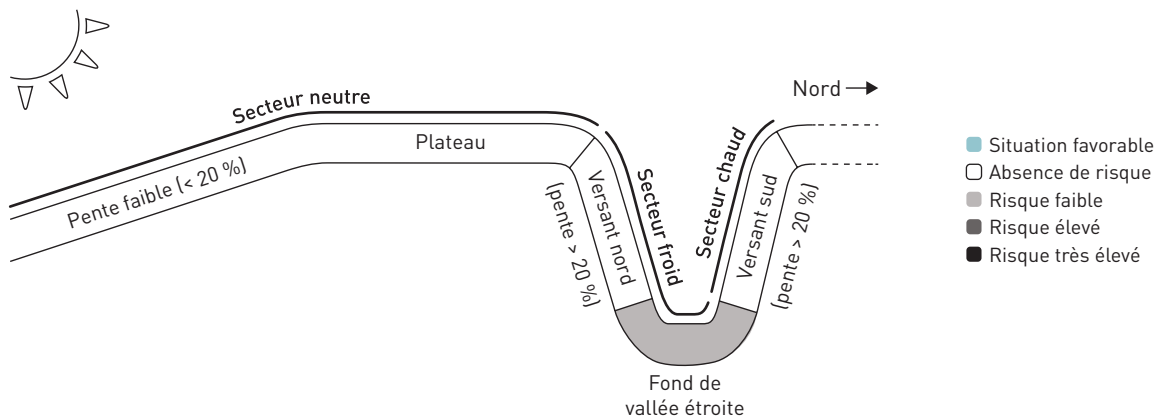
- Pivotant au départ, tendant à devenir oblique (pivot dominant vers 100-120 ans)
- Moyennement profond



Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **peu sensible** 😊
- Compacité du sol : **peu sensible**

4.4 Facteurs géomorphologiques



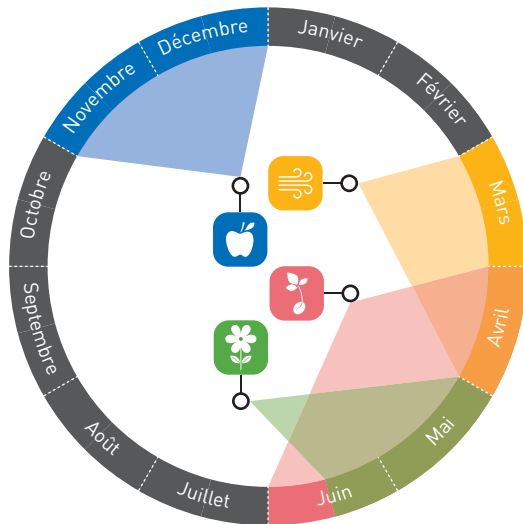
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Manque d'ensoleillement, (essence héliophile), hygrométrie élevée, brouillards favorisant les maladies cryptogamiques.
Versant sud	<input type="checkbox"/> Absence de risque.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : persistant.

Régénération sexuée



Régénération asexuée

Pas de régénération asexuée en conditions naturelles.

Maturité sexuelle : 20 ans.

Type de fleurs : unisexuées.

Localisation entre individus : monoïque.

Pollinisation : anémogamie.

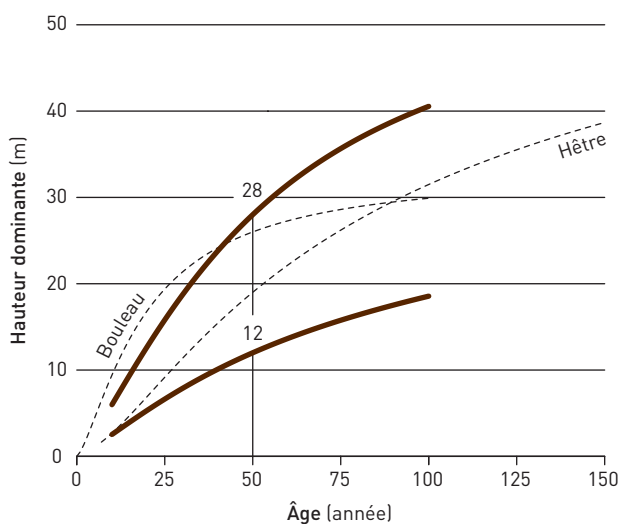
Type de fruit : cône (contenant les graines ailées).

Fréquence des fructifications : 3 à 5 ans.

Mode de dissémination : anémochorie.

Les graines sont orthodoxes et n'ont pas de dormance. La germination peut être cependant améliorée et mieux groupée par un froid humide (3°C) de 4-6 semaines. En conditions naturelles, c'est l'hiver qui assure la levée de dormance pour une germination au printemps.

5.2 Croissance et productivité



Non validée pour la Belgique

Croissance : précoce, lente et non soutenue.

Hauteur à maturité (m) : 25 à 30 m (jusqu'à 40 m dans son aire d'origine).

Productivité (AMV m³/ha/an) : 3 à 8 m³/ha/an vers 80 ans (productif).

Longévité : jusqu'à 300 ans.

Exploitabilité : plus de 100 ans.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

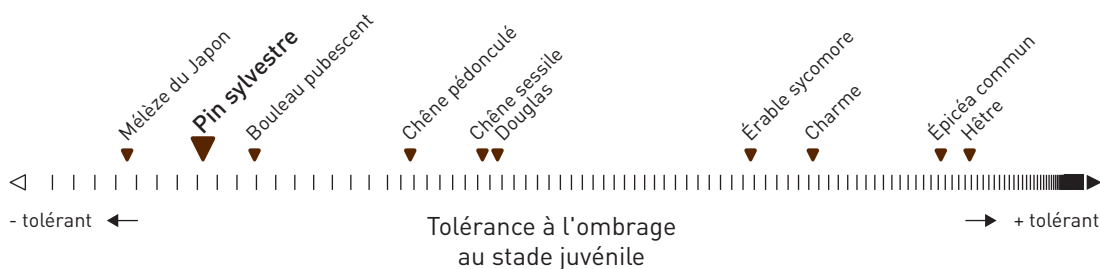
Héliophile strict.

Supporte un couvert supérieur très léger uniquement pendant les premières années.

Stade adulte

Héliophile strict.

Exige la pleine lumière, ne supporte pas la compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclairciment	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Diminution de la croissance et mortalité
Mise en lumière brutale	Aucun

5.4 Précautions à l'installation

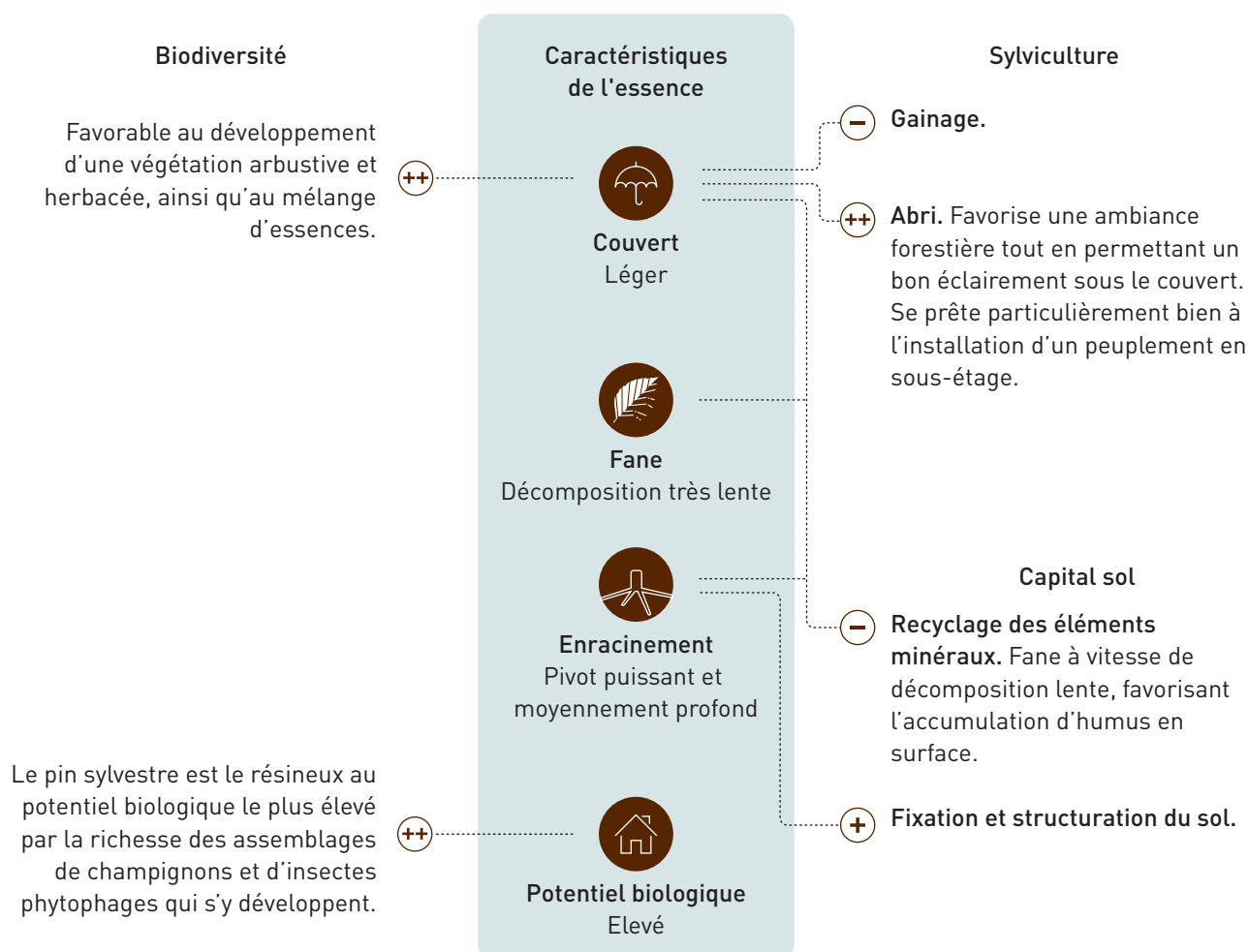
- Le pin sylvestre nécessite un sol minéral sans concurrence herbacée ni litière épaisse pour le développement du semis.
- Héliophile, le pin sylvestre ne tolère qu'un léger abri durant les premières années.
- En régénération naturelle, il faut prévoir un contrôle important de la concurrence. La fougère aigle peut en particulier représenter un frein important au développement des semis.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Bleuissement	Attaque d'insectes (sténographe, hylésine)	

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Moyenne	
Écorcement	Faible	
Frottage	Moyenne	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux



Pathogènes

La brûlure des pousses de pin

Sphaeropsis sapinea

Site d'attaque : aiguilles et rameaux.

Symptômes et dégâts : dessèchement des aiguilles de l'année qui demeurent nanifiées, nécroses sous-corticale des rameaux ou chancres, écoulements de résine.

Conditions : maladie souvent déclenchée suite à stress hydrique, grêle et orages violents.

Caractère : pathogène de faiblesse – fréquent.

Risque : pour le peuplement (dispersion des spores par voie aérienne).

Conséquence : perte de productivité.

Le rouge cryptogamique des aiguilles de pin

Lophodermium seeditiosum

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : brunissement des aiguilles touchant surtout les branches basses.

Conditions : stations humides ou situations confinées (forte densité de plantation, enherbement...).

Caractère : primaire (les espèces *L. pinastri* et *L. conigenum* sont des pathogènes de faiblesse) – fréquent.

Risque : pour le peuplement (transmission de la maladie par voie aérienne).

Conséquence : perte de productivité, mortalité sur plants de pépinière.

La rouille courbeuse

Melampsora pinitorqua

Site d'attaque : pousse de l'année.

Symptômes et dégâts : lésion chancreuse de la pousse en élongation, fructifications oranges au niveau de la lésion, courbure de la pousse (baïonnette).

Conditions : sujets à forte croissance, à proximité de peupliers (blanc ou tremble).

Caractère : primaire – peu fréquent.

Risque : dévalorisation du bois (déformation irréversible du tronc si axe principal touché).

La rouille vésiculeuse de l'écorce

Cronartium flaccidum

Site d'attaque : tronc et rameaux.

Symptômes et dégâts : chancres sur rameaux avec pustules oranges, écoulement de résine, cassure de tronc ou de branches.

Conditions : -

Caractère : primaire – peu fréquent.

Risque : perte de croissance, mortalité de certains individus (en cas de chancres ceinturant à la base du tronc).

Cœur rouge ou maladie du rond (« le Fomes »)

Heterobasidion annosum sensu lato

Site d'attaque : racines, tronc.

Symptômes et dégâts : pourriture rouge du cœur et des racines, dépérissement.

Conditions : contamination des souches lors d'éclaircies.

Caractère : primaire – fréquent.

Risque : propagation aux arbres voisins par contact racinaire.

Conséquence : perte de la valeur commerciale, risque de mortalité à l'échelle du peuplement.

L'armillaire (pourridié racinaire)*Armillaria spp.*

Site d'attaque : racines .

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent - généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Problématiques émergentes**La maladie des taches brunes***Mycosphaerella dearnessii*

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : taches jaunes puis brunes sur les aiguilles, brunissement et chute d'aiguilles touchant surtout le bas de la couronne.

Conditions : conditions chaudes et humides.

Caractère : primaire - rare - émergent.

Risque : pour le peuplement (transmission de la maladie par voie aérienne).

Conséquence : perte de productivité.

Le dessèchement des rameaux de pin*Gremmeniella abietina*

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : coloration brun orange à la base des aiguilles entourant le bourgeon terminal puis brunissement complet et chute prématurée des aiguilles, mortalité de rameaux.

Conditions : conditions fraîches et humides.

Caractère : primaire – peu fréquent.

Risque : pour le peuplement (dispersion de spores par voie aérienne).

Conséquence : risque de mortalité sur jeunes sujets et de déformation sur arbres plus âgés.

Le chancre poisseux du pin*Gibberella circinata*

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : nécrose corticale sur rameaux et tronc, dépérissement de rameaux, écoulement de résine.

Conditions : humidité atmosphérique importante, température relativement élevée.

Caractère : primaire – rare - émergent.

Risque : dissémination par voie aérienne (vent, insectes cambioptères...) ou par semences infectées, propagation lente au sein d'un site infecté.

Conséquence : mortalité de sujets adultes (infection du tronc ou attaque multiple de rameaux), fonte de semis.

Heterobasidion irregulare

Site d'attaque : racines, tronc.

Symptômes et dégâts : similaires à ceux occasionnés par *Heterobasidion annosum* (pourriture rouge du cœur et des racines, dépérissement) mais risque d'agressivité accrue .

Conditions : contamination des souches lors d'éclaircies.

Caractère : primaire – rare .

Risque : propagation aux arbres voisins par contact racinaire.

Conséquence : perte de la valeur commerciale, risque de mortalité à l'échelle du peuplement.

**Insectes****Sténographe***Ips sexdentatus*

Site d'attaque : écorce, tronc.

Symptômes et dégâts : sciure rousse lors de l'attaque, chute d'écorce, roussissement des aiguilles, galeries en échelle verticale dans le phloème.

Conditions : surtout suite à des chablis et/ou années sèches.

Caractère : faiblesse, récurrent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : coloration bleue du bois attaqué.

Hylobe*Hylobius abietis*

Site d'attaque : écorce, collet.

Symptômes et dégâts : au printemps, morsures à la base de la tige, dépérissement.

Conditions : coupe à blanc de résineux et reboisement rapide (1-2 ans après la coupe).

Caractère : primaire, récurrent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort des jeunes plants.

Chalcographe

Pityogenes chalcographus

Site d'attaque : écorce, tronc et branches.

Symptômes et dégâts : sciure rousse lors de l'attaque, chute d'écorce, roussissement des aiguilles, galeries en étoile dans le phloème.

Conditions : jeunes arbres, cîme et branches des arbres plus âgés.

Caractère : faiblesse, peut devenir primaire en cas de pullulation. Récurrent, abondant après chaque tempête.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : mort, perte de régénération.

Scolyte liseré

Trypodendron lineatum

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : trous de pénétration, sciure blanche, taches sombres dans l'aubier.

Conditions : arbres morts ou mourants.

Caractère : secondaire. Fréquent.

Parfois dommageable au bois.

Risque : individuel.

Conséquences : dévalorisation du bois.

Hylésine du pin

Tomicus piniperda

Site d'attaque : a) tronc et grosses branches ou b) pousses terminales.

Symptômes et dégâts : a) trous de pénétration, sciure brune ou b) pousses cassées (10-20 cm), jonchant le sol, avec une galerie à l'endroit de la cassure.

Conditions : a) arbres morts ou dépérissants ou b) arbres vivants, en bonne santé.

Caractère : secondaire, sauf les dégâts aux pousses. Récurrent.

Risque : individuel.

Conséquences : a) coloration bleue du bois attaqué ou b) dégarnissage des houppiers.

Également

Hylaste

Hylastes ater

Pissodes

Pissodes spp.

Petite hylésine

Tomicus minor

Acuminé

Ips acuminatus

Problématiques émergentes

Processionnaire du pin

Thaumetopoea pityocampa

Site d'attaque : aiguilles.

Symptômes et dégâts : défoliation dès le débourrement, chenilles grégaires, activité nocturne, confection de nids en soies.

Conditions : coïncidence entre l'apparition des jeunes chenilles et le débourrement.

Caractère : indépendant de la santé des arbres. En France, remonte vers le nord et l'est.

Risque : possibilité de pullulations.

Conséquences : des attaques répétées peuvent favoriser des dépérissements. Poils urticants.

7 Valorisation potentielle du bois

Le pin se laisse très facilement forer, fraiser, poncer, clouer, visser et coller. Si la texture et la densité du bois sont faibles, la qualité du bois ne permettra cependant que la fabrication de panneaux ou l'utilisation en papeterie.

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Ossature, charpente (souvent en lamellé-collé), bois de mine
Utilisations extérieures		Duramen peu durable et difficilement imprégnable (classe de durabilité III-IV)
Utilisations intérieures	✓	Lambris, moulure, parquet Menuiserie, panneaux
Usages spécifiques	✓	Déroulage, emballage, caisserie, papier

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques 😊

D'un point de vue abiotique, le pin sylvestre apparaît comme une essence bien armée pour faire face aux changements climatiques.

Très peu sensible à la sécheresse (climatique et édaphique), le pin sylvestre ne serait pas impacté par une

augmentation des températures et une diminution des précipitations lors de la saison de végétation.

De plus, bien adapté aux sols à engorgement temporaire, le pin sylvestre ne souffrirait pas d'une augmentation des précipitations hivernales.

9 Références majeures

- Faber P. J. (1996). *Opbrengst tabellen voor belangrijke boomsoorten in Nederland*.
- Masson G. (2005). *Autécologie des essences forestières*. Lavoisier, Paris
- Thibaut K., Colson V., Lecomte H., Claessens H. (2007). *État des lieux et perspectives du Pin Sylvestre en Wallonie*. Forêt Wallonne 87 : 7-19.





Peuplier tremble

Zitterpappel^{DE}, Ratelpopulier^{NL}, Eurasian aspen^{EN}

Populus tremula L.

1 Résumé

1.1 Atouts

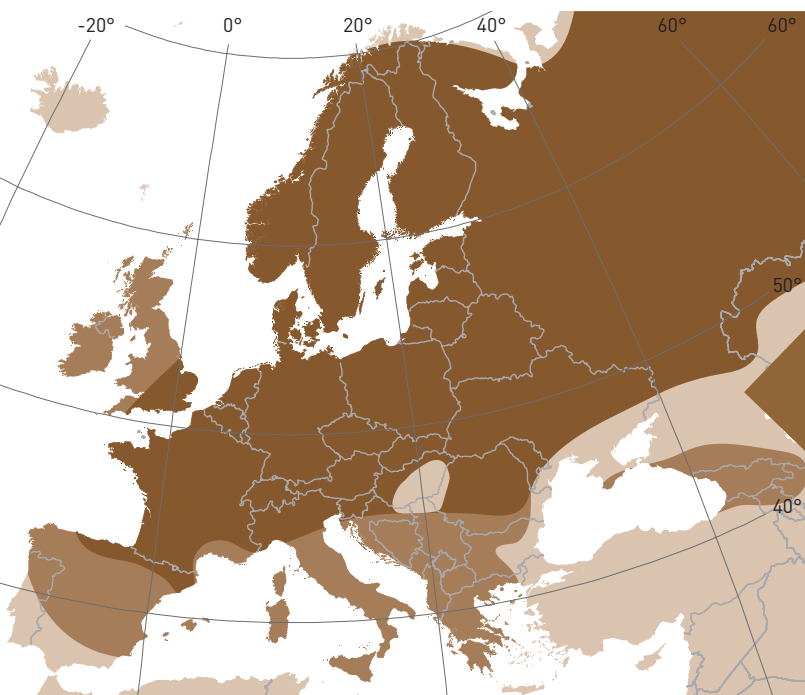
- Bonne tolérance à l'**engorgement** comme à la **compacité**, bonne opportunité sur les stations à régime hydrique alternatif ou humides.
- **Peu sensible aux facteurs climatiques en général**. Bonne résistance aux grands froids, aux gelées précoces comme tardives, aux fortes chaleurs.
- S'accommode d'une **large gamme de richesse de sol**, des milieux acides à carbonatés.
- Essence très favorable à l'**écosystème forestier** en général : haut potentiel biologique, fane de qualité, bonne essence d'abri, etc.
- Essence **appétante**, peut être utilisée pour détourner l'attention de la faune sauvage de l'espèce cible.
- **Régénération naturelle** par drageonnement aisée.
- Capable de coloniser les milieux perturbés.

1.2 Limites

- **Héliophile stricte**, tolérant très mal la compétition, même latérale.
- Bonne tolérance aux **stations sèches**, mais avec une productivité rapidement réduite.
- Bois tendre, non-durable, aux **potentialités de valorisation** limitées.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



La distribution naturelle du Peuplier tremble est large et comprend les régions tempérées et boréales d'Europe et d'Asie. Plus précisément, elle s'étend depuis les îles britanniques et l'est de l'Islande jusqu'à la péninsule du Kamchatka, et depuis le cercle polaire jusque dans le sud de l'Espagne, le nord de la Turquie et le nord du Japon.

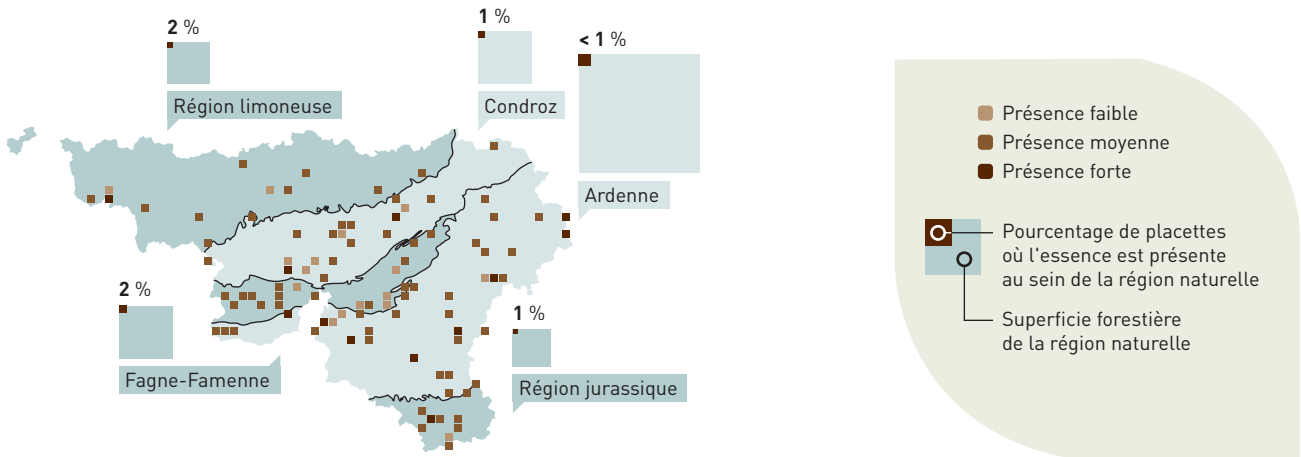
- Aire principale
- Présence ponctuelle

- ☺ Atout face aux changements climatiques
- ☹ Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Le peuplier tremble se retrouve dans environ 2 % de la forêt wallonne. Il est distribué de manière assez homogène sur l'ensemble du territoire.

Il forme très rarement des peuplements purs (6 % des cas). Il se trouve surtout en peuplement mélangés feuillus majoritairement avec de chênes indigènes.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : pas d'informations. Essence adaptée au contexte wallon.

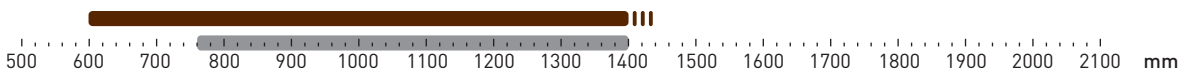
■ Aire de l'essence
■ Wallonie



Températures minimale et maximale absolues : min. -35 °C / max. 45 °C

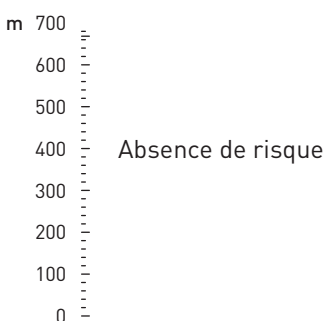


Précipitations annuelles totales : pas d'informations. Essence adaptée au contexte wallon.

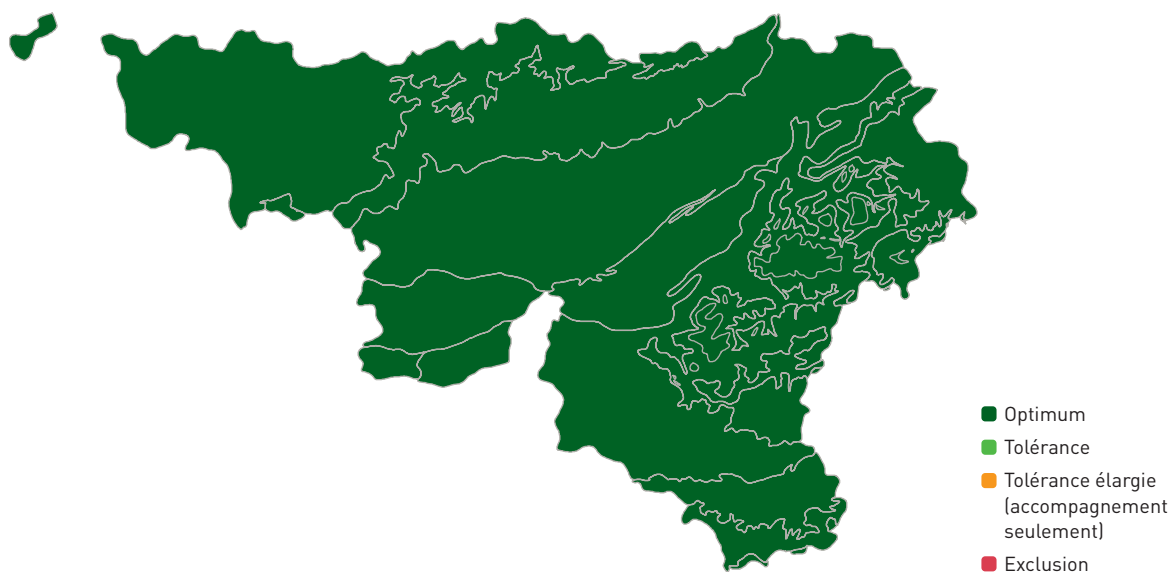


3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude



3.3 Sensibilités climatiques particulières

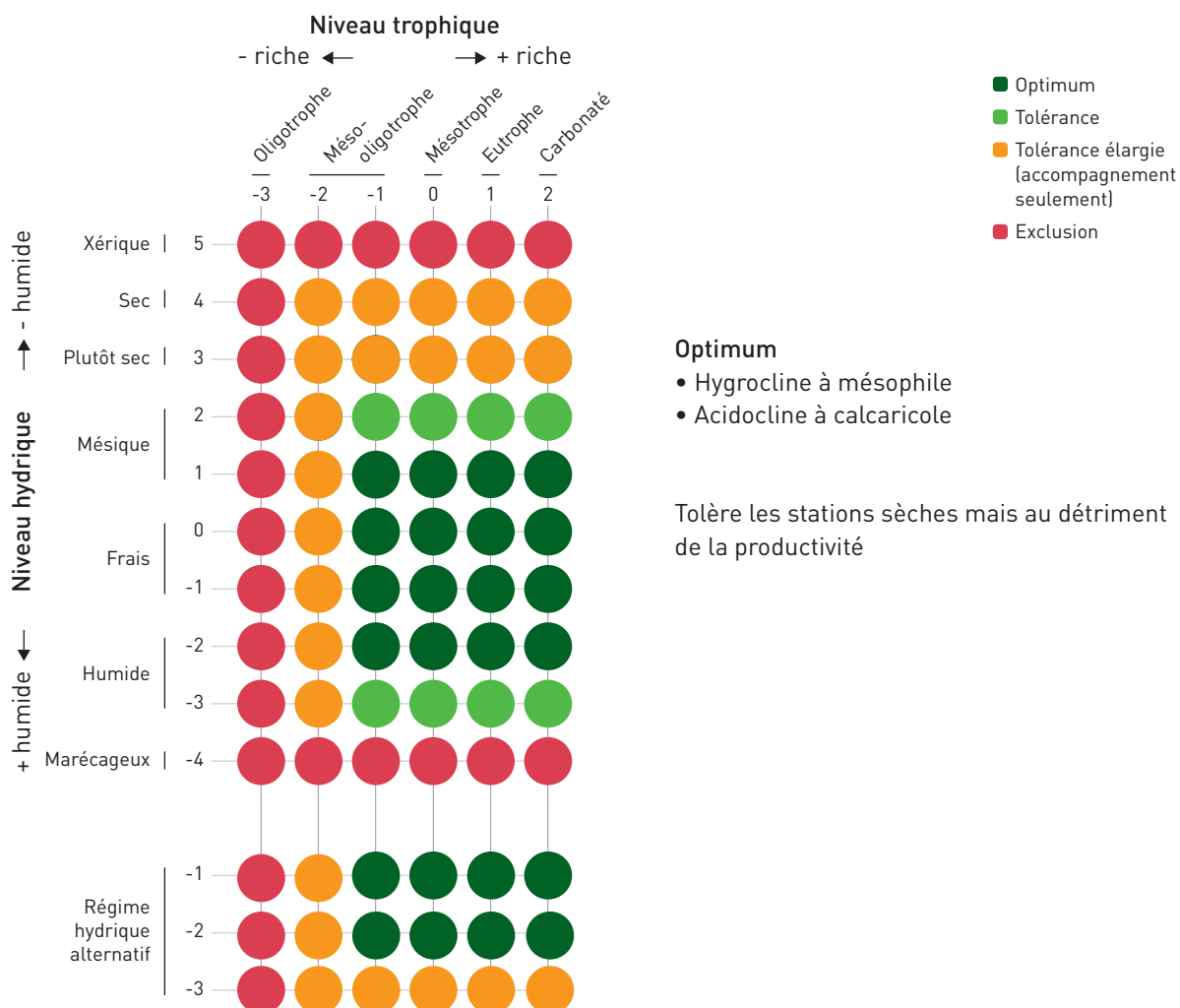


Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	PS	Les trembles sont particulièrement tardifs lors du débourrement
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	S	
Adulte	S	
Canicule		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	PS	
Adulte	S	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **peu sensible** (diagnostic complémentaire : test HCl sur terre fine et mesure du pH).

Acidité : **sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou Podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3		Aucun	Sondage pédologique
Sol méso-oligotrope ou à tendance podzolique ● Profil f ou pH 3,8-4,5	-2	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Mesure du pH (en surface et en profondeur)

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **peu sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4		Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique
Sol marécageux à humide ● Drainage g	-4			
Sol très humide ● Drainage f, i	-3	Précipitations élevées (Ardenne)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble ou bien structuré	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA	Apport d'eau locaux importants (microtopographie) Précipitations élevées (Ardenne) « Argiles blanches* » (famille de sigles Gix)	Hydromorphie non fonctionnelle Ressuyage rapide au printemps Sol meuble et/ou bien structuré	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).Déficit hydrique : **sensible**

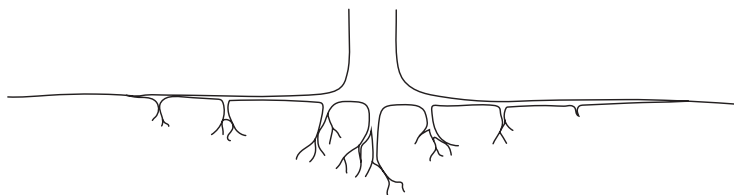
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité
Sol très superficiel ● Phase 6	5			
● Sol xérique	5			
● Sol mésique à sec	2-4	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Précipitations élevées Socle rocheux fissuré Nappe d'eau en profondeur	

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

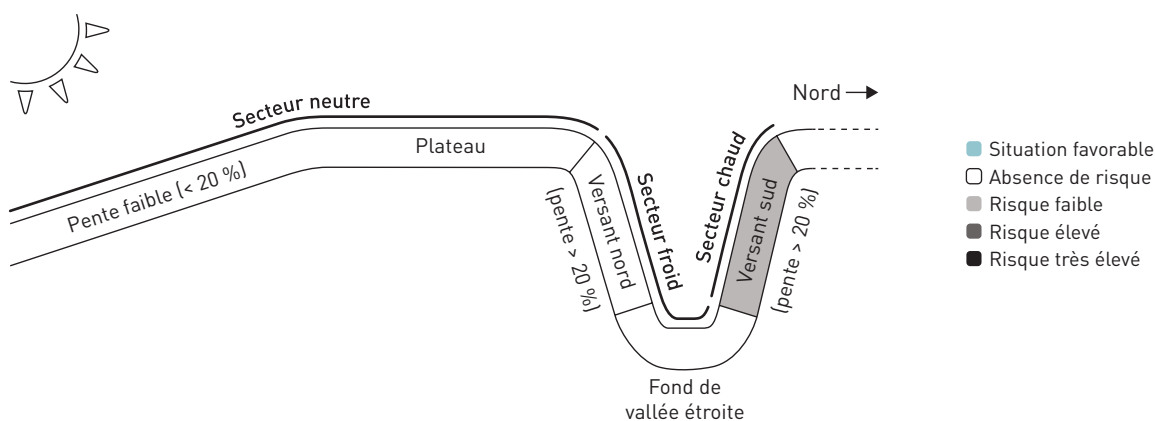
- Traçant
- Faiblement profond



Sensibilités aux contraintes édaphiques

Anaérobiose : peu sensible 😊
 Compacité du sol : peu sensible

4.4 Effets des microclimats topographiques



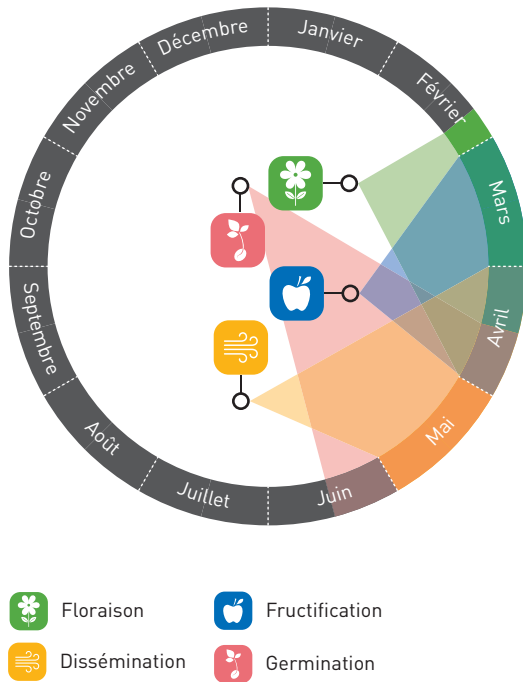
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Fond de vallée étroite	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Risque de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : Mai à septembre.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : **Précoce vers 10 ans.**

Type de fleurs : **unisexuées.**

Localisation entre individus : **dioïque.**

Pollinisation : **anémogamie.**

Type de fruit : **capsule.**

Fréquence des fructifications : **1 à 2 ans.**

Mode de dissémination : **anémochorie, hydrochorie.**

Les graines sont récalcitrantes. Elles ont une durée de vie très courte (maximum 4 semaines en bonnes conditions). La germination ne peut se faire qu'à condition de la présence d'une humidité constante sur un sol nu. Il ne se régénère donc que rarement par la graine mais bien plus par la reproduction asexuée. La germination a lieu rapidement après la dissémination.

Régénération asexuée

La régénération asexuée du peuplier tremble se fait principalement par la formation intensive de drageons. En conditions artificielles, sa multiplication ne se réalise pas par le bouturage classique mais par des boutures de racines.

5.2 Croissance et productivité

Croissance : précoce, moyennement rapide et non soutenue .

Hauteur à maturité (m) : 20 à 30 m (des individus de 40 m ont déjà été observés).

Productivité (AMV m³/ha/an) : productif, valeurs non documentées en Wallonie.

Longévité : 80 à 100 ans en Wallonie.

Exploitabilité : courte révolution de 40 à 60 ans (avant l'apparition de pourriture).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

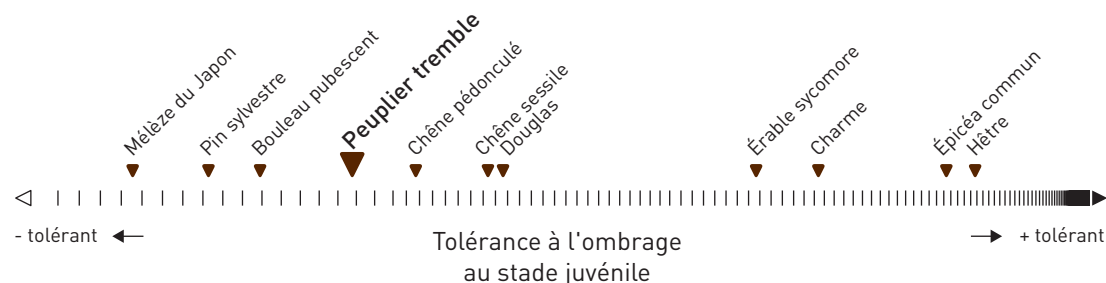
Essence héliophile.

Ne supporte aucun couvert supérieur.

Stade adulte

Exige la pleine lumière.

Ne supporte pas la compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Diminution de la croissance jusqu'à dépérissement. Espèce fortement héliotrope, se déforme rapidement.
Mise en lumière brutale	Aucun

5.4 Précautions à l'installation

À la fois en plantation, multiplication et régénération naturelle, bien gérer la concurrence.

En régénération naturelle

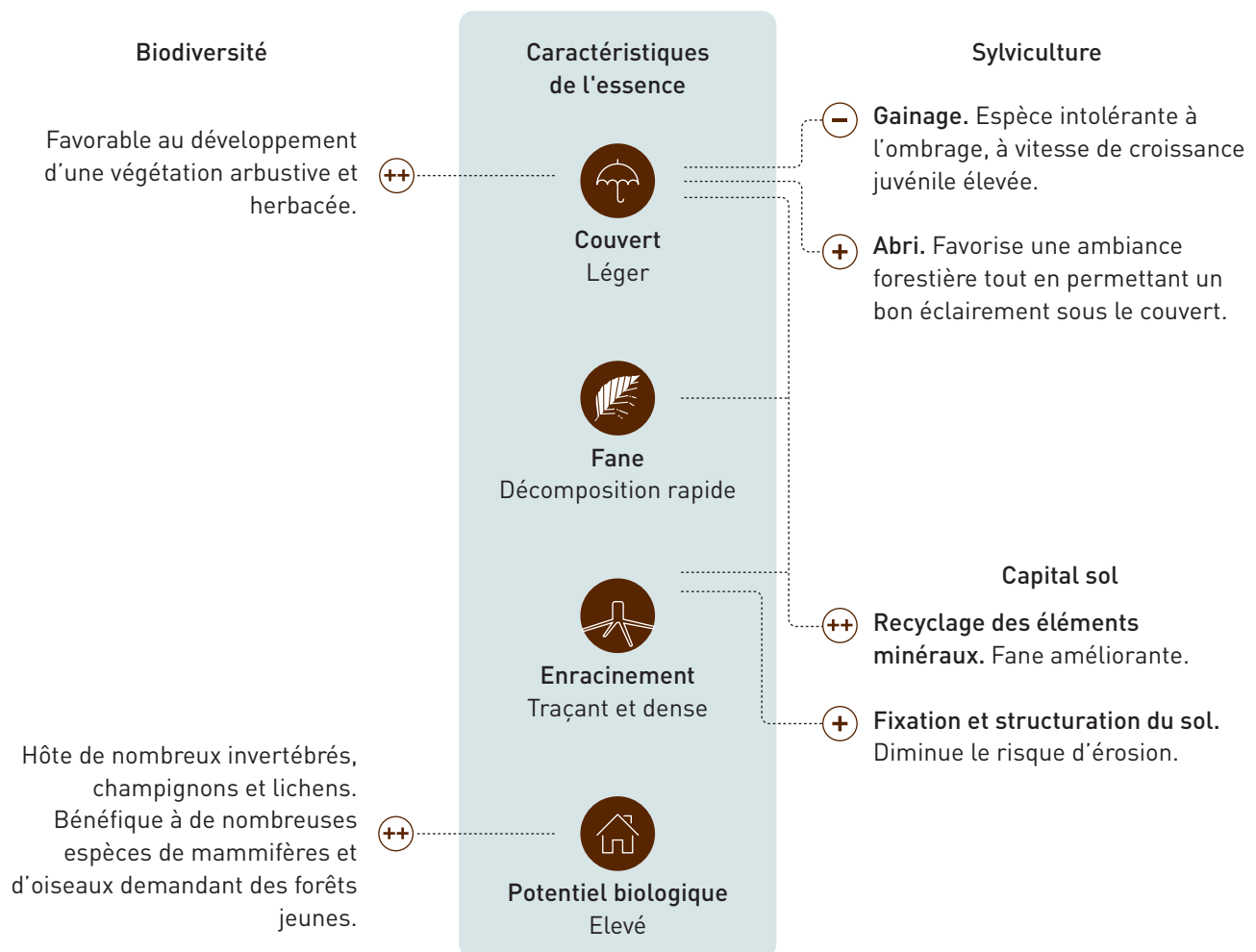
- Héliophile strict, prévoir un accès maximal à la lumière dès le stade de semis (La présence d'un étage arboré même diffus semble défavoriser la régénération massive et rapide de ce peuplier).
- Exigeant en humidité lors de la germination (pluie et humidité du sol).
- Dans le cas d'une multiplication par drageons, l'exploitation doit être respectueuse du sol pour éviter la compaction et les blessures de l'appareil racinaire qui défavoriserait la multiplication.
- On peut compter de 30.000 à 100.000 drageons par hectare et la forte concurrence entre les plants assure une sélection rapide dans le peuplement.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Brulures du tronc et des rameaux	<i>Xanthomonas populi</i> (chancre bactérien)	
Cœur rouge	<i>Phellinus tremulae</i>	

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroustissement	Moyenne	Utilisé dans les gagnages
Écorcement	Moyenne	
Frottage	Manque d'informations	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

Le Marssonina

Marssonina brunnea

Site d'attaque : feuilles et pousses.

Symptômes et dégâts : Sur les deux faces du limbe, petites taches brunes de 1 à 5 mm autour desquelles se forment des zones chlorotiques. Durant la saison, les taches s'agrandissent pour former des plages brunes donnant à la feuille une couleur bronze. L'infection commence par le bas puis migre vers le haut de l'arbre. Chute prématurée du feuillage.

Conditions : persistance d'une pellicule d'eau sur les feuilles (précipitations fréquentes) et température moyenne entre 12 et 20°C.

Caractère : primaire – fréquent.

Risque : pour le peuplement.

Conséquence : perte de croissance, sensibilité accrue à des pathogènes de faiblesse.

Les rouilles du peuplier

Melampsora spp.

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : pustules orangées à la face inférieure des feuilles en été. Les feuilles infectées se dessèchent et tombent prématurément.

Conditions : présence d'un hôte alternant à proximité (mélèze), excès d'azote et déficit en potassium.

Caractère : primaire – fréquent.

Risque : pour le peuplement.

Conséquence : pertes de croissance, débourrement tardif et sensibilité accrue à des pathogènes de faiblesse.

Le chancre dothichizéen

Discosporium populeum

Site d'attaque : rameaux et tiges .

Symptômes et dégâts : Dépression de teinte marron clair à noir conduisant à un dessèchement du plant. Sous l'écorce, tissus noirs et humides.

Conditions : plant de pépinière de mauvaise qualité, mauvaises conditions de plantation, blessures de l'écorce.

Caractère : secondaire – moyennement fréquent.

Risque : pour jeunes arbres et en pépinière.

Conséquence : mortalité de jeunes plants.

La cloque dorée

Taphrina populina

Site d'attaque : feuilles .

Symptômes et dégâts : cloques et taches oranges ; défoliations prématurées.

Conditions : température de 15-20°C et humidité importante au printemps.

Caractère : primaire.

Risque : mineur.

Conséquence : affaiblissement des arbres surtout en cas d'attaques répétées – problème en pépinière.

**Insectes****Petite saperde***Saperda populnea*

Site d'attaque : tronc et/ou branches.

Symptômes et dégâts : galeries dans les branches ou troncs de petit diamètre (quelques cm), encoche de ponte en fer à cheval. Un renflement se développe à l'emplacement de la galerie.

Conditions : statut non connu.

Caractère : primaire – de faiblesse. Observé régulièrement sur divers *Populus spp.* Pas de dégâts graves signalés.

Risque : individuel.

Conséquences : perte de productivité.

Grande saperde*Saperda carcharias*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries souvent à la base de gros troncs. Sciure rejetée à l'extérieur de la galerie. Grand orifice de sortie (de l'ordre du cm).

Conditions : arbres souvent de grande taille, peut-être sénescents.

Caractère : primaire – de faiblesse. Observé régulièrement sur divers *Populus spp.* Pas de dégâts graves signalés.

Risque : individuel.

Conséquences : à terme: mort.

Petite Sésie*Paranthrene tabaniformis*

Site d'attaque : tronc et/ou branches.

Symptômes et dégâts : galeries dans les branches ou troncs de petit diamètre (quelques cm).

Conditions : statut non connu.

Caractère : primaire – de faiblesse. Observé sporadiquement.

Risque : individuel.

Conséquences : perte de productivité, risque de casse.

Puceron lanigère*Phloemyzus passerinii*

Site d'attaque : en surface sur le tronc.

Symptômes et dégâts : insectes présents en grands nombres sur le tronc et les grosses branches.

Conditions : forte spécificité clonale.

Caractère : primaire – de faiblesse. Observé en France sur divers *Populus spp.* Parfois, dégâts importants.

Risque : individuel.

Conséquences : statut peu clair sur tremble.

Tue certains clones de peupliers euraméricains.

Cossus gâte bois*Cossus cossus*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans les troncs.

Sciure rejetée à l'extérieur de la galerie, suintements. Grand orifice de sortie (de l'ordre du cm). Odeur forte (vinaigrée). L'exuvie nymphale reste souvent fixée près de l'orifice.

Conditions : arbres de toutes tailles, arbres d'alignement.

Caractère : primaire – de faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : à terme : mort.

Zeuzère*Zeuzera pyrina*

Site d'attaque : branches et parfois tronc d'arbres jeunes.

Symptômes et dégâts : galeries dans les branches. Ponte au niveau d'un bourgeon ou d'un pétiole. La chenille s'introduit dans la branche et peut poursuivre jusqu'au tronc. Fanaison de la branche, éventuellement mort de l'arbre.

Conditions : arbres de toutes tailles mais souvent arbres jeunes.

Caractère : primaire – de faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : à terme : mort.

Également :**Cryptorrhynque***Cryptorrhynchus lapathi***Sésie apiforme***Aegeria apiformis***Chrysomèles***Chrysomela populi*, *C. tremulae*, *Phratora vitellinae*, *P. laticollis*, *P. vulgatissima*

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		
Utilisations extérieures		
Aménagements intérieurs	✓	Panneaux, menuiserie
Usages spécifiques	✓	Papier, allumettes, déroulage

Présente souvent une mauvaise forme (tronc sinueux et mauvais élagage), ce qui le rend inapte au déroulage. Une sylviculture adéquate permet sa valorisation.

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques

Le peuplier tremble est tolérant vis à vis des stations sèches mais sa productivité s'en trouve rapidement affectée. Il conviendra de privilégier les stations présentant une bonne alimentation en eau, en particulier dans les cas où une production de bois est attendue.

Il est par contre tolérant à la canicule et ne devrait par conséquent pas souffrir d'une hausse des températures estivales, pour autant que l'approvisionnement en eau soit assuré.

9 Références majeures

- Mertens P., Pauwels A. (2004). **Autécologie et spécificités sylvicoles du tremble**. Forêt Wallonne 72 : 47-57.





Peupliers noir et hybride euraméricain

Schwarzpappel^{DE}, Zwarte populier^{NL}, Black Poplar^{EN}

Schwarzpappel-Hybride^{DE}, Euramerikaanse populier^{NL},
Hybrid black poplar^{EN}

Populus nigra L.

Populus x euramericana (Dode) Guinier

1 Résumé

1.1 Atouts

- Les peupliers euraméricains restaurent rapidement une ambiance forestière et peuvent constituer un peuplement de transition.
- La culture du peuplier est particulièrement adaptée aux boisements d'alignements, en zones ouvertes et en agroforesterie.
- Révolution courte.
- Il existe une grande diversité au sein des cultivars.

1.2 Limites

- Amplitude écologique étroite.
- Sensible aux sols compacts et engorgés en période de végétation.
- Il est limité aux sols à grande teneur en eau (nappe phréatique ou sols très profonds).
- La proximité de peuplements de mélèzes est à éviter systématiquement.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle

P. deltoides



P. nigra



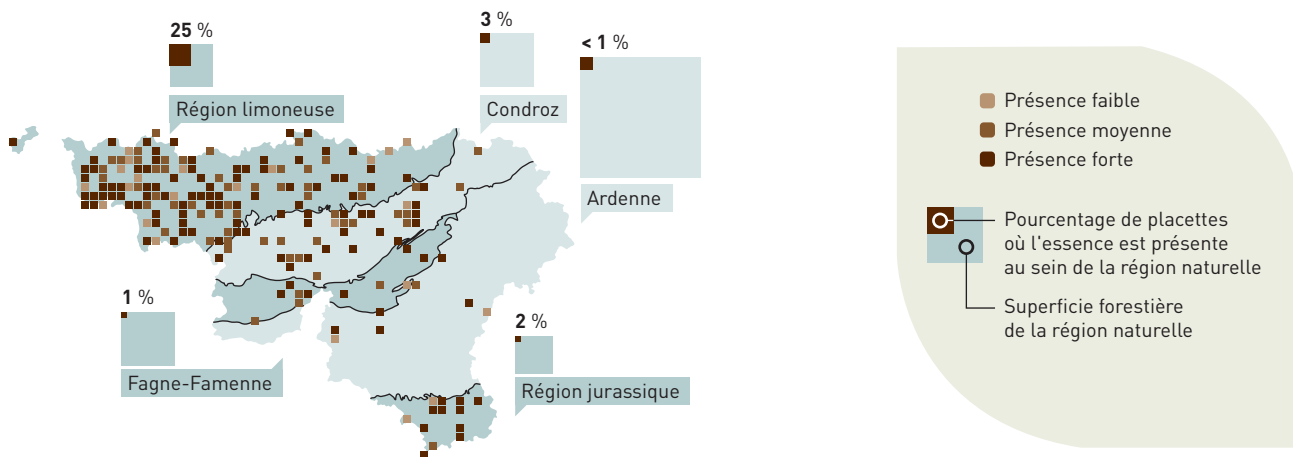
- Aire principale
- Présence ponctuelle

Les peupliers noirs ont colonisé naturellement les zones alluviales ouvertes d'Europe (*Populus nigra*) et du bassin versant du Mississippi à l'est de l'Amérique du Nord (*Populus deltoides*) au départ de parents communs.

- ☺ Atout face aux changements climatiques
- ☹ Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Les deux aires de répartition principales des peupliers baumiers et euraméricains en Wallonie sont situées dans les bassins mosan et de l'Escaut (scaldisien) et en Lorraine.

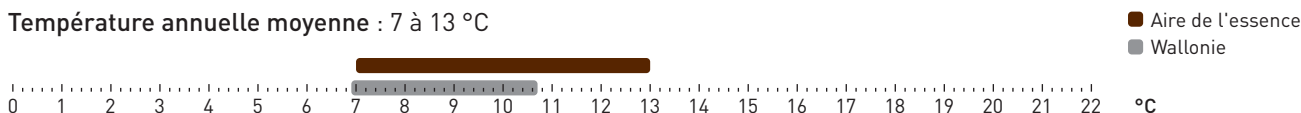


3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Pas d'informations, ne possède pas d'aire naturelle.

Température annuelle moyenne : 7 à 13 °C



Températures minimale et maximale absolues : -

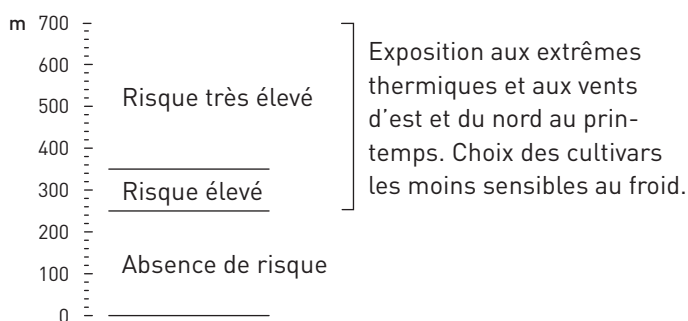


Précipitations annuelles totales : minimum 650 mm



3.2 Compatibilité altitudinale

Les peupliers sont associés aux bas plateaux, plaines et vallées. En outre, les vallées étroites ardennaises présentent des risques élevés de dégâts de gelées printanières dues aux faibles mouvements de l'air.



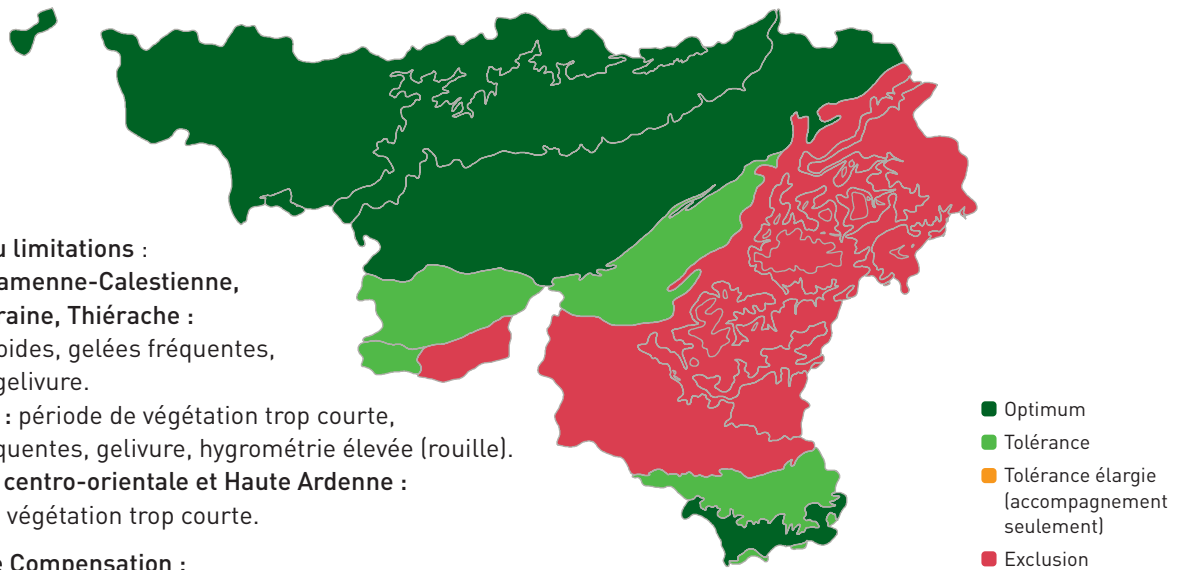
3.3 Sensibilités climatiques particulières

Risques ou limitations :

- **Fagne-Famenne-Calestienne, Haute Lorraine, Thiérache** : stations froides, gelées fréquentes, risque de gelivure.
- **Ardenne** : période de végétation trop courte, gelées fréquentes, gelivure, hygrométrie élevée (rouille).
- **Ardenne centro-orientale et Haute Ardenne** : période de végétation trop courte.

Facteur de Compensation :

Fagne-Famenne-Calestienne : sols fertiles des grandes plaines de la Lesse et de l'Ourthe.

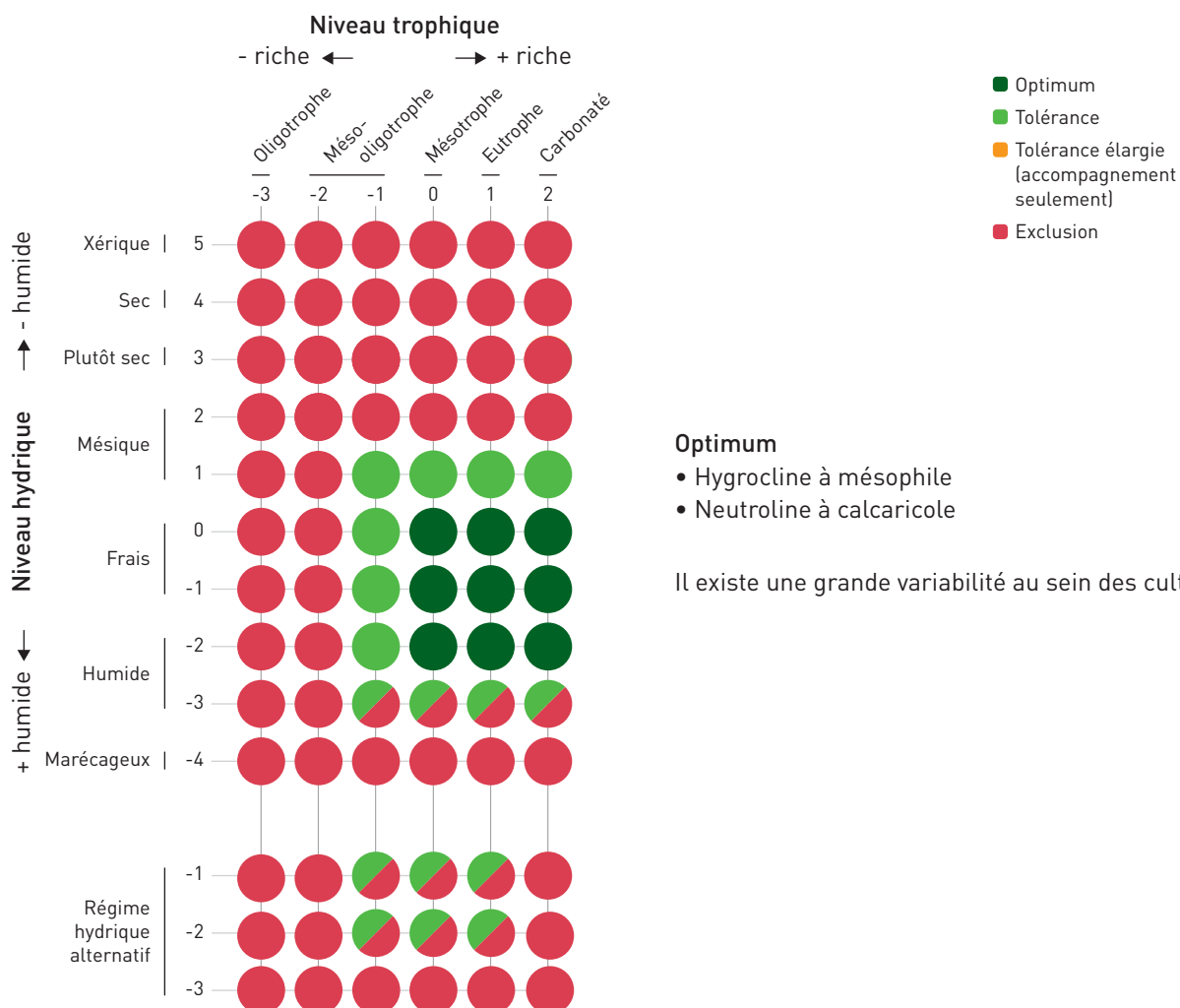


Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	S	
Adulte	S	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	S	Certains cultivars plus ou moins sensibles
Adulte	S	
Canicule		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	PS-S	
Adulte	PS-S	Sensibilité à la casse variable selon les cultivars

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : non sensible

Acidité : sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3		Aucun	Sondage pédologique Mesure du pH
Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique ● Profil f ou pH 3,8-4,5	-2			
Sol méso-oligotrophe ● pH 4,5-5	-1	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● texture V ou phase (v)	-4		Aucun	Position topographique Relevé floristique Régime hydrique effectif
Sol marécageux ● Drainage g	-4			
Sol très humide ● Drainage f, i	-3	Sol compact Texture lourde (E, U)	Hydromorphie non fonctionnelle (cas du drainage i)	Test de texture

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** 😞

Risque principalement lié à la sécheresse estivale, mais également sensible à un engorgement important, surtout durant la phase d'installation.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif
● Drainage d, h	-1 à -2 RHA	Sol peu profond : phases 2 ou 3	Sol limoneux profond Apports d'eau locaux impor- tants (microtopographie) : zone de source ou de suintement	Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)

Déficit hydrique : **très sensible** 😞

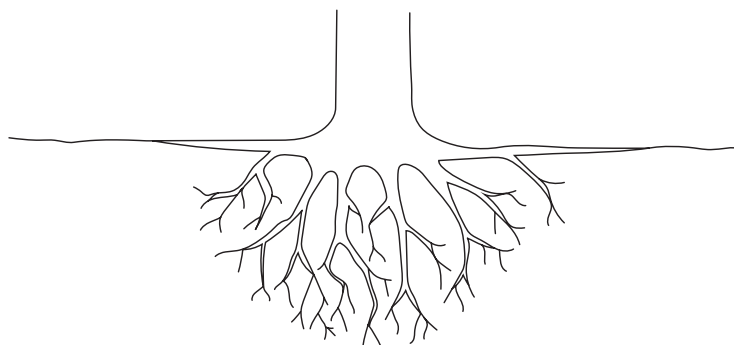
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond
● Sol mésique à xérique	2-5			
● Sol mésique	1	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Nappe d'eau en profondeur	Test de compacité et de texture

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Oblique (traçant si sol engorgé)

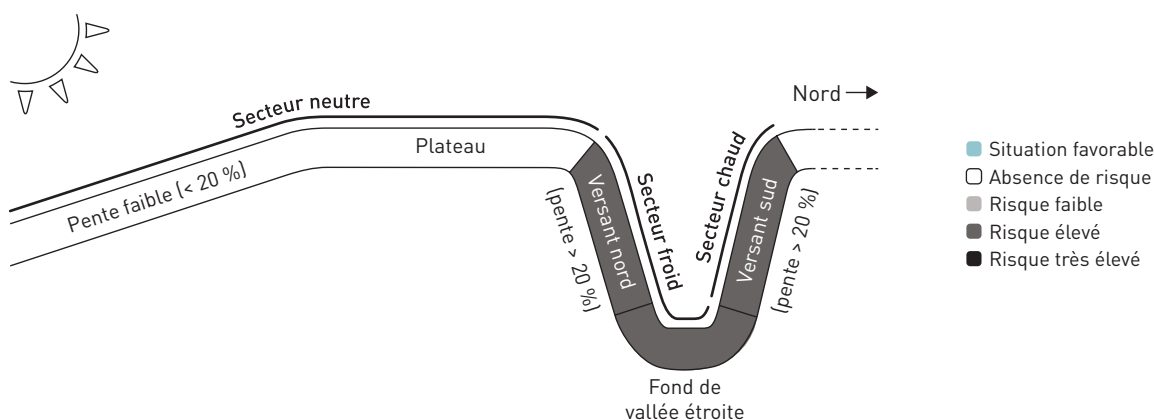


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : sensible
- Compacité du sol : sensible

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E Certains A compacts	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable
Substrat u		u profond (> 70 à 80 cm)	Fort empattement sur sol compact
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a profonds (> 70 à 80 cm)	Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis

4.4 Effets des microclimats topographiques



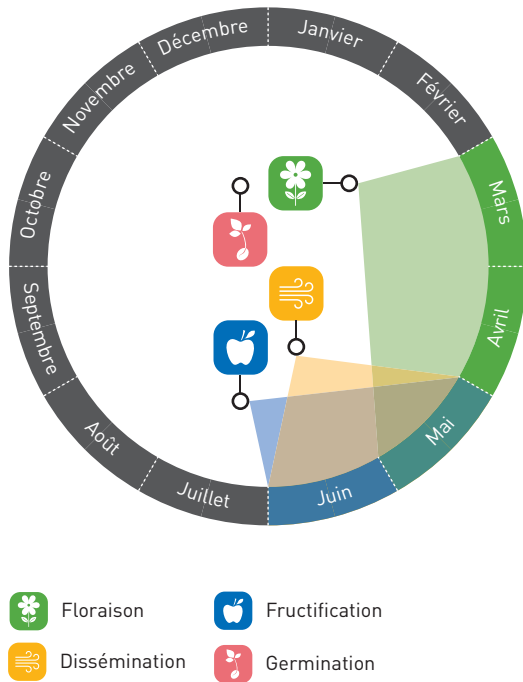
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Risque de sécheresse, d'autant plus marqué que la pente est forte.
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Gelées tardives, hygrométrie élevée, brouillards favorisant la rouille.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Risque de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : avril à octobre (variabilité entre clones).

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : **précoce, vers 8 ans**

Type de fleurs : **unisexuées**.

Localisation entre individus : **dioïque**.

Pollinisation : **anémogamie**.

Type de fruit : **capsule**.

Fréquence des fructifications : **1 à 2 ans**.

Mode de dissémination : **anémochorie, hydrochorie**.

Les graines sont récalcitrantes et elles n'ont pas de dormance. Elles ont une durée de vie très courte (maximum 4 semaines en bonnes conditions).

La germination ne peut se faire qu'à condition de la présence d'une humidité non superficielle sur un sol nu. Il se régénère généralement par la reproduction asexuée.

Période de germination: rapidement après la dissémination.

Régénération asexuée

Ce peuplier rejette de souche et se bouture facilement. En populiculture, la régénération asexuée est la seule voie de multiplication de cette espèce. Elle se fait uniquement par la plantation de plançons de clones (cultivars) officiellement enregistrés. Les clones issus de cette espèce sont développés et testés dans le cadre des programmes d'amélioration génétique. Ils sont officiellement inscrits dans la liste nationale des matériels de base. Des informations plus détaillées concernant tous les clones de peupliers admis officiellement sont reprises dans le Dictionnaire des provenances recommandables.

5.2 Croissance et productivité

Croissance : précoce, rapide et soutenue.

Hauteur à maturité (m) : plus de 30 m.

Productivité (AMV m³/ha/an) : 7 à 15 m³/ha/an à 156 tiges par ha.

Longévité : 50 à 60 ans.

Exploitabilité : 18 à 35 ans, selon la productivité du site, le cultivar et la dimension recherchée.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

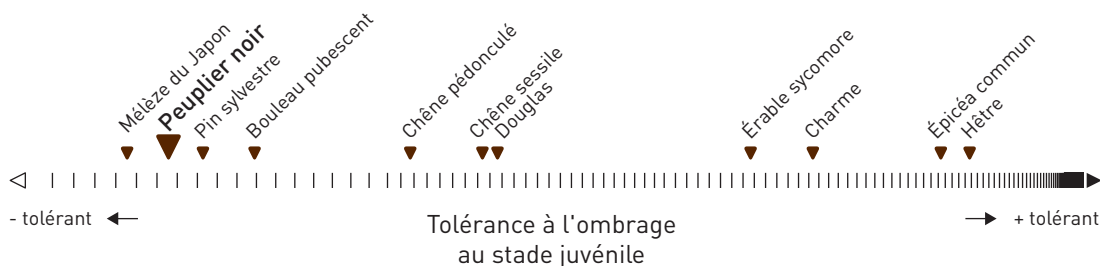
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Très héliophile, ne supporte aucune concurrence latérale.

Stade adulte

Ne supporte aucune concurrence latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Phototropisme important, grand risque de déviation de la croissance axiale au stade juvénile, perte de croissance suite à la concurrence entre houppiers
Mise en lumière brutale	Formation de gourmands, variable selon les cultivars

5.4 Précautions à l'installation

Plantation :

- Par plançons en écartement de 7 à 9 m avec protections individuelles indispensables.
- Éviter les boisements de plus d'1,5 ha avec un même cultivar.
- Profiter de la diversité de cultivars pour valoriser au mieux la variabilité des stations.

En régénération naturelle :

- Rarement envisagé.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW)

Z.I. d'Aye

Rue de la Croissance 2

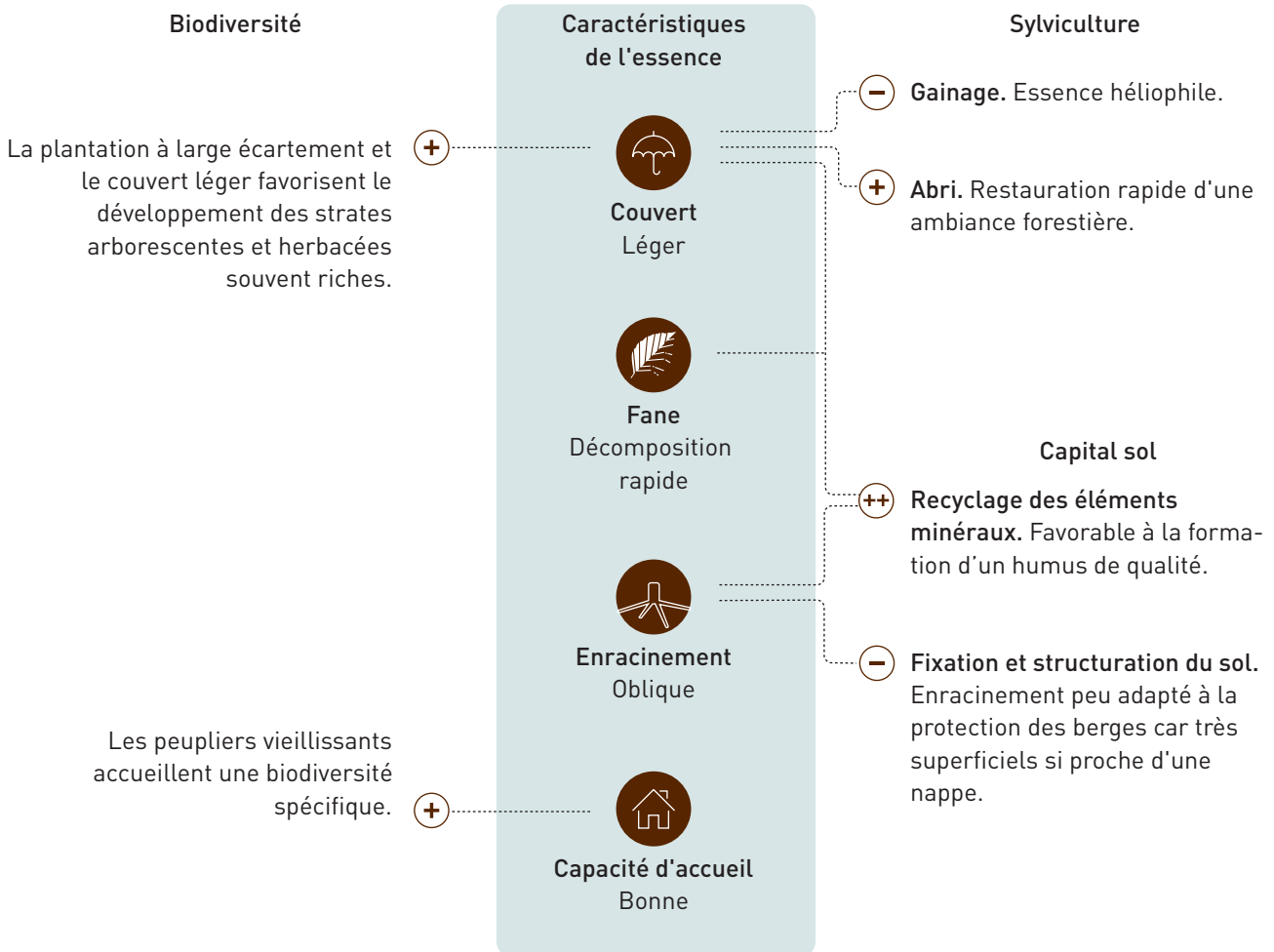
B-6900 Marche-en-Famenne

environnement.wallonie.be/orvert



Se référer aux listes de cultivars recommandés (peupliers hybrides sélectionnés) pour la Wallonie. Cette liste est régulièrement mise à jour pour intégrer les nouvelles sélections de cultivars et mettre fin à l'utilisation des cultivars n'étant plus adaptés (risques sanitaires ou autres).

5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Présence de noeuds	Élagage absent ou pas assez pratiqué	Éliminer les rameaux lorsque le tronc est à 7-10 cm de diamètre sur la mi-hauteur de l'arbre. L'élagage doit se pratiquer sur branche verte.
Gourmands	Élagage trop intense	Toujours laisser > 40 % de hauteur non élaguée et émondage en août
Fourche basse ou déformation du tronc	Dégâts climatiques, de la faune ou accidents sylviculturaux	Tailles de formation

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Forte	Particulièrement au stade juvénile. Différenciation de sensibilité entre cultivars.
Écorcement	Moyenne	Protéger individuellement les plançons jusqu'à ce que l'écorce soit résistante (environ 16 m de hauteur).
Frottage		

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

Le Marssonina

Marssonina brunnea

Site d'attaque : feuilles et pousses.

Symptômes et dégâts : sur les deux faces du limbe, petites taches brunes de 1 à 5 mm autour desquelles se forment des zones chlorotiques. Durant la saison, les taches s'agrandissent pour former des plages brunes donnant à la feuille une couleur bronze. L'infection commence par le bas puis migre vers le haut de l'arbre. Chute prématurée du feuillage.

Conditions : persistance d'une pellicule d'eau sur les feuilles (précipitations fréquentes) et température moyenne entre 12 et 20 °C.

Caractère : primaire – fréquent.

Risque : pour le peuplement.

Conséquence : perte de croissance, sensibilité accrue à des pathogènes de faiblesse.

Les rouilles du peuplier

Melampsora spp.

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : pustules orangées à la face inférieure des feuilles en été. Les feuilles infectées se dessèchent et tombent prématurément.

Conditions: présence d'un hôte alternant à proximité (mélèze), excès d'azote et déficit en potassium.

Caractère : primaire – fréquent.

Risque : pour le peuplement.

Conséquence : perte de croissance, débourrement tardif et sensibilité accrue à des pathogènes de faiblesse.

Le chancre dothichizéen

Discosporium populeum

Site d'attaque : rameaux et tiges.

Symptômes et dégâts : dépression de teinte marron clair à noir conduisant à un dessèchement du plant. Sous l'écorce, tissus noirs et humides.

Conditions : plant de pépinière de mauvaise qualité, mauvaises conditions de plantation, blessures de l'écorce.

Caractère : secondaire – moyennement fréquent.

Risque : pour jeunes arbres et en pépinière.

Conséquence: mortalité de jeunes plants.

La cloque dorée

Taphrina populina

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : cloques et taches oranges ; défoliations prématurées.

Conditions : température de 15-20°C et humidité importante au printemps.

Caractère : primaire.

Risque : mineur.

Conséquence : affaiblissement des arbres surtout en cas d'attaques répétées – problème en pépinière.



Insectes

Petite saperde

Saperda populnea

Site d'attaque : tronc et/ou branches.

Symptômes et dégâts : galeries dans les branches ou troncs de petit diamètre (quelques cm), encoche de ponte en fer à cheval. Un renflement se développe à l'emplacement de la galerie.

Conditions : statut non connu.

Caractère : primaire / de faiblesse. Observé régulièrement sur divers *Populus spp.* Pas de dégâts graves signalés.

Risque : individuel.

Conséquences : perte de productivité.

Grande saperde

Saperda carcharias

Site d'attaque : tronc

Symptômes et dégâts : galeries souvent à la base de gros troncs. Sciure rejetée à l'extérieur de la galerie. Grand orifice de sortie (de l'ordre du cm).

Conditions : arbres souvent de grande taille, peut-être sénescents.

Caractère : primaire / de faiblesse. Observé régulièrement sur divers *Populus spp.* Pas de dégâts graves signalés.

Risque : individuel.

Conséquences : à terme : mort.

Petite Sésie

Paranthrene tabaniformis

Site d'attaque : tronc et/ou branches.

Symptômes et dégâts : galeries dans les branches ou troncs de petit diamètre (quelques cm).

Conditions : statut non connu.

Caractère : primaire / de faiblesse. Observé sporadiquement. Pas de dégâts signalés.

Risque : individuel.

Conséquences : perte de productivité.

Puceron lanigère

Phloemyzus passerinii

Site d'attaque : en surface sur le tronc.

Symptômes et dégâts : insectes présents en grands nombres sur le tronc et les grosses branches.

Conditions : forte spécificité clonale.

Caractère : primaire / de faiblesse. Observé en France sur divers *Populus spp.* Parfois, dégâts importants.

Risque : individuel.

Conséquences : tue certains clones de peupliers euraméricains.

Cossus gâte bois

Cossus cossus

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans les troncs. Sciure rejetée à l'extérieur de la galerie, suintements. Grand orifice de sortie (de l'ordre du cm). Odeur forte (vinaigrée). L'exuvie nymphale reste souvent fixée près de l'orifice.

Conditions : arbres de toutes tailles, arbres d'alignement.

Caractère : primaire / de faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : à terme : mort.

Zeuzère

Zeuzera pyrina

Site d'attaque : branches et parfois tronc d'arbres jeunes.

Symptômes et dégâts : galeries dans les branches. Ponte au niveau d'un bourgeon ou d'un pétiole. La chenille s'introduit dans la branche et peut poursuivre jusqu'au tronc. Fanaison de la branche, éventuellement mort de l'arbre.

Conditions : arbres de toutes tailles mais souvent arbres jeunes.

Caractère : primaire / de faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : à terme : mort.

Également

Cryptorrhynque

Cryptorrhynchus lapathi

Sésie apiforme

Aegeria apiformis

Chrysomèles

Chrysomela populi, *C. tremulae*, *Phratora vitellinae*, *P. laticollis*, *P. vulgatissima*

Problématiques émergentes

Melampsora medusae f. sp. deltoidea

Il s'agit d'une rouille qui cause le même type de symptôme que les autres rouilles des peupliers (pustules orangées à la face inférieure des feuilles, chute prématurée du feuillage) mais qui n'infecte que les peupliers cultivés. Originaires d'Amérique du Nord, cette rouille a un statut d'organisme de quarantaine. Si des races particulièrement agressives du pathogène sont introduites en Europe, des dégâts importants pourraient être observés sur peupliers cultivés.

7 Valorisation potentielle du bois

Le bois de peuplier présente de très nombreux usages valorisant son aptitude au vissage, clouage et agraffage. Ses fibres très longues rendent le ponçage difficile. Ces bois se déroulent, se scient et se collent aisément pour constituer des panneaux contreplaqués et mixtes.

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Charpentes légères
Utilisations extérieures		
Aménagements intérieurs	✓	Panneaux contreplaqués à usages multiples, mobilier
Usages spécifiques	✓	Emballages légers, caisserie, palletterie. Ces usages mettent en valeur la blancheur du bois. Ne transmet pas de goût aux denrées alimentaires. Allumettes, pâte à papier.

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques

Tant que l'accès à l'eau est assuré, les peupliers noirs et euraméricains bénéficient de l'augmentation de la température, de l'allongement de la période de végétation et des périodes sèches qui limitent le développement des rouilles.

L'amélioration génétique et la sélection continue de nouveaux cultivars, en faisant évoluer le peuplier en fonction de la variation de l'environnement, permet de maintenir un potentiel forestier élevé.

9 Références majeures

- FAO-CABi (2014). *Poplars and Willows, Trees for Society and the Environment*, UK, 634 p.
- MRW (SPW) (2003). *Le peuplier en Wallonie et dans les régions voisines*, Jambes, 483 p.
- Soulères G. (1992). *Les milieux de la populiculture*, Paris, 309 p.





Peuplier baumier

Balsampappel^{DE}, Balsempopulier^{NL}, Western balsam-poplar^{EN}

Populus trichocarpa Torr. & Gray ex Hook.

1 Résumé

1.1 Atouts

- La culture du peuplier est particulièrement adaptée aux boisements d'alignements, en zones ouvertes et en agroforesterie.
- Révolution courte.

1.2 Limites

- Sensibilité aux sols compacts et engorgés en période de végétation.
- Il est limité aux sols à grande teneur en eau (nappe phréatique ou sols très profonds).
- La proximité de peuplements de mélèzes est à éviter systématiquement.
- Le peuplier baumier n'est pas adapté aux boisements d'alignement, en zone ouverte et en agroforesterie.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



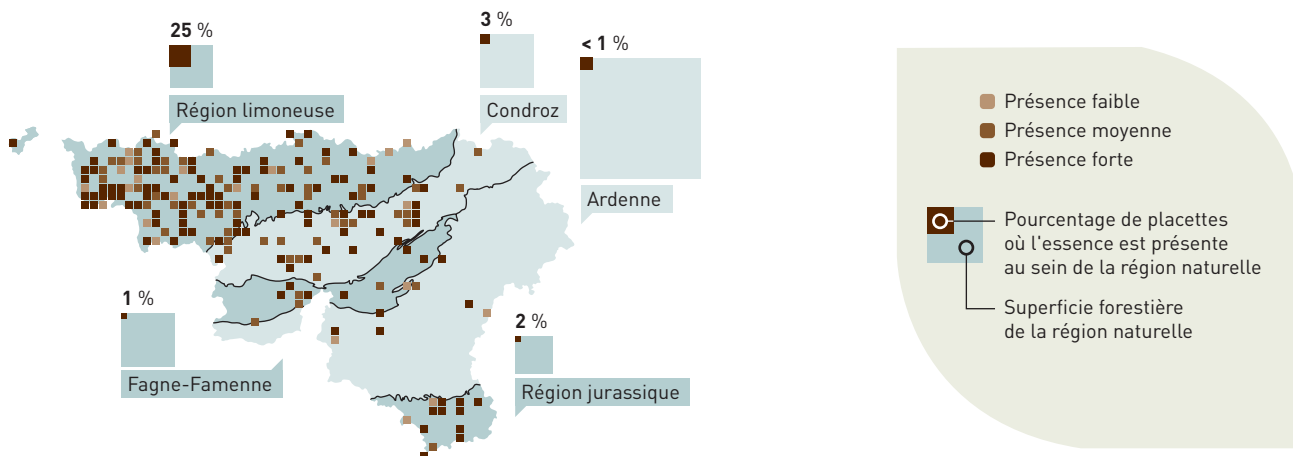
Le peuplier baumier est naturellement présent le long de la côte Ouest de l'Amérique du Nord. Il colonise les espaces sans forêt et les occupe le temps d'une génération sous laquelle les forêts naturelles peuvent se régénérer naturellement. La large amplitude climatique et stationnelle de cette aire naturelle de distribution est prise en compte dans le choix des provenances les plus adaptées à l'environnement forestier de Wallonie.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- ☺ Atout face aux changements climatiques
- ☹ Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

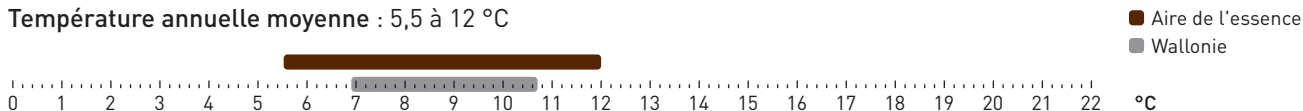
Les deux aires de répartition principales des peupliers baumiers et euraméricains en Wallonie sont situées dans les bassins mosan et de l'Escaut (scaldisien) et en Lorraine.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

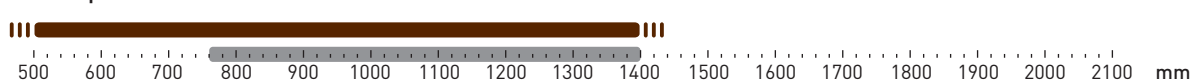
Température annuelle moyenne : 5,5 à 12 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -47 °C / max. +47 °C

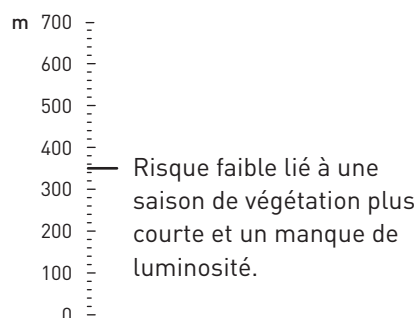


Précipitations annuelles totales : 250 à 3050 mm



3.2 Compatibilité altitudinale

Les peupliers baumiers sont associés aux bas plateaux, plaines et vallées, même si d'autres stations leur sont favorables.

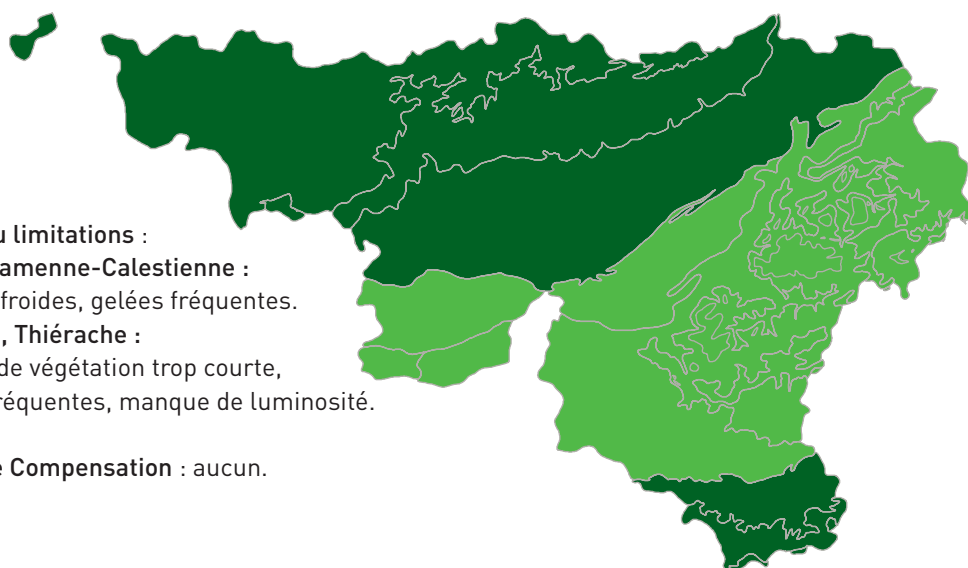


3.3 Sensibilités climatiques particulières

Risques ou limitations :

- Fagne-Famenne-Calestienne : stations froides, gelées fréquentes.
- Ardenne, Thiérache : période de végétation trop courte, gelées fréquentes, manque de luminosité.

Facteur de Compensation : aucun.



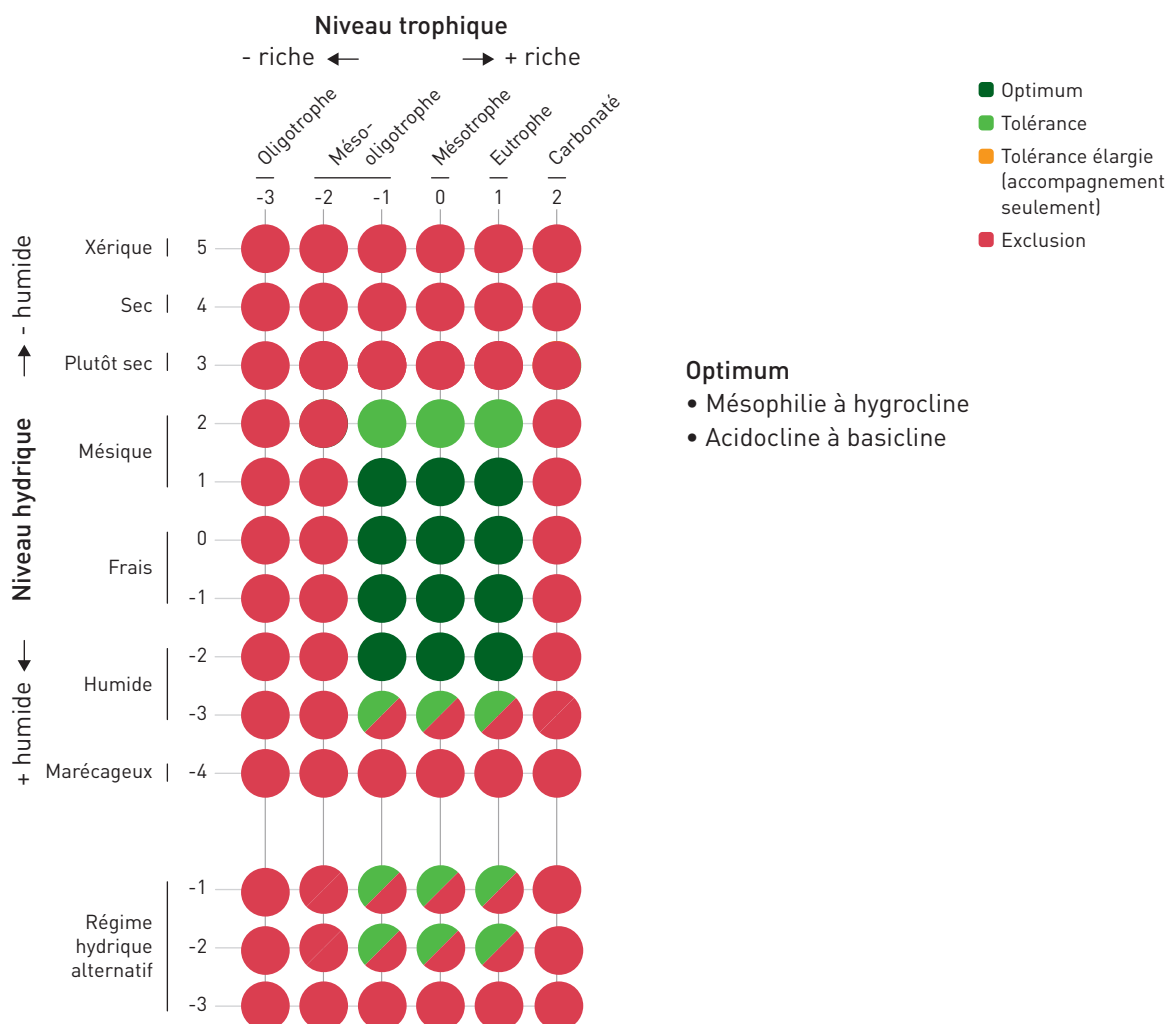
- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	S	Le peuplier baumier est plus sensible.
Adulte	S	Certains cultivars plus ou moins sensibles
Canicule		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Neige et givre		
Juvenile	S	Risque de casse de branche
Adulte	S	
Vent		
Juvenile	S	Sensibilité liée à ses grandes feuilles (diminution de croissance) et certains cultivars sont sensibles à la casse
Adulte	S	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **sensible**, éviter les sols carbonatés secs, risque de chloroses (diagnostic complémentaire : test HCl sur terre fine et mesure du pH).

Acidité : **sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3			Sondage pédologique
Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique ● Profil f ou pH 3,8-4,5	-2		Aucun	Mesure du pH

Éviter son installation sur les sols à texture sableuse (Z, S) où la richesse chimique est réduite.

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4		Aucun	Position topographique Relevé floristique Régime hydrique effectif Test de texture
Sol marécageux ● Drainage g	-4			
Sol très humide ● Drainage f	-3	Texture lourde (E, U) Sol compact	Hydromorphie non fonctionnelle	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** ☹️

Risque principalement lié à la sécheresse estivale, mais également sensible à un engorgement important, surtout durant la phase d'installation.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)
● Drainage d, h	-1 à -2 RHA	Volume de sol prospec- table réduit (hydromorphie < 70 cm) Mauvaise structure Texture lourde (U, E)	Sol bien structuré et texture légère	

Déficit hydrique : **très sensible** ☹️

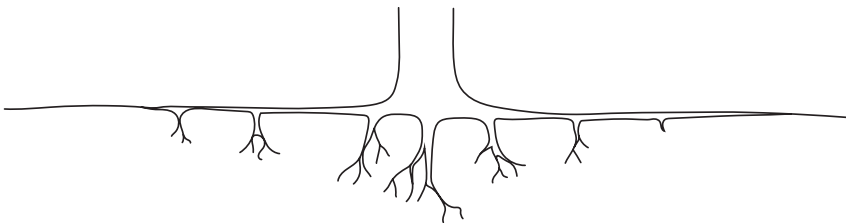
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité et de texture
● Sol plutôt sec à xérique	3-5			
● Sol mésique	2	Précipitations faibles (hors Ardenne) Versant chaud	Présence d'argile en profon- deur : substrat u, développe- ment de profil a et pour textures L, A et E, variante de matériau parental meuble y Socle rocheux fissuré Nappe d'eau en profondeur Précipitations élevées (Ardenne)	

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Traçant, dense

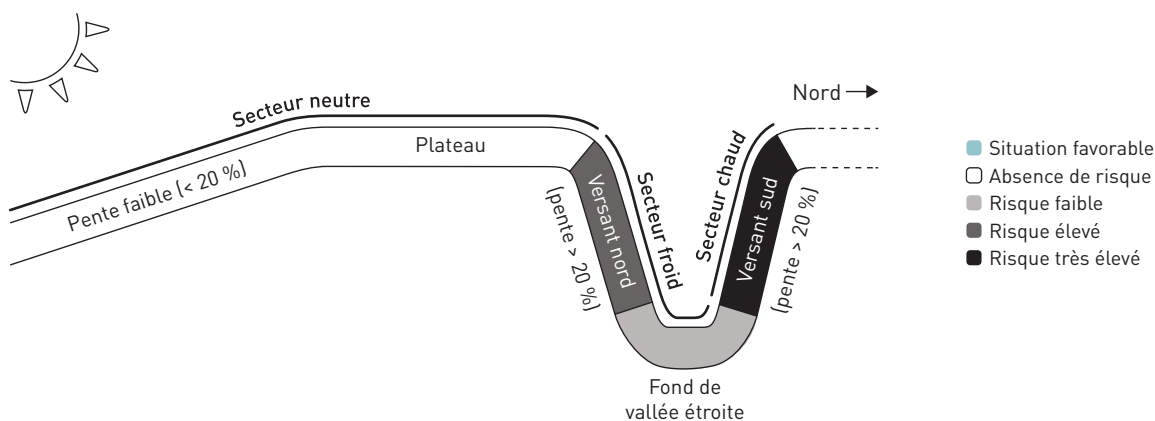


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : très sensible
- Compacité du sol : sensible

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E Certains A compacts	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable
Substrat u		u profond (> 70 à 80 cm)	Observation sur fosse pédo- logique ou galette de chablis
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a profonds (> 70 à 80 cm)	Fort empattement sur sol compact

4.4 Effets des microclimats topographiques



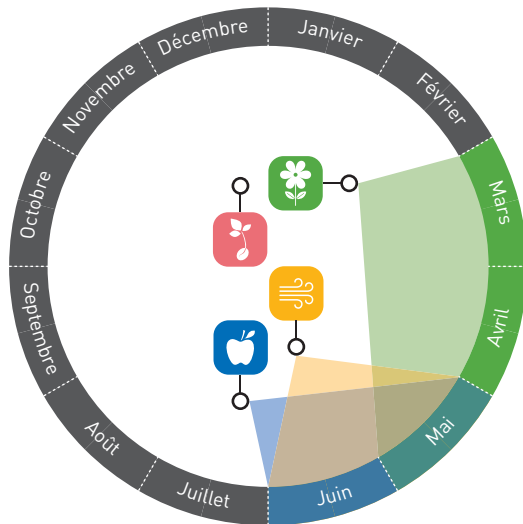
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Risque de sécheresse.
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Gelées tardives, hygrométrie élevée, brouillards, rouille.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Risque très élevé. Risque à la sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : avril à octobre (variabilité entre clones) .

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : **précoce, vers 8 ans**

Type de fleurs : **unisexuées.**

Localisation entre individus : **dioïque.**

Pollinisation : **anémogamie.**

Type de fruit : **capsule.**

Fréquence des fructifications : **1 à 2 ans.**

Mode de dissémination : **anémochorie, hydrochorie.**

Les graines sont récalcitrantes. En conditions naturelles, elles ont une durée de vie très courte (maximum 4 semaines en bonnes conditions). La germination ne peut se faire qu'à condition de la présence d'une humidité non superficielle sur un sol nu.

Régénération asexuée

Il rejette de souche et se bouture facilement. En populiculture, la régénération asexuée est la principale voie de multiplication de cette espèce. Elle se fait uniquement par la plantation de plançons de clones (cultivars) officiellement enregistrés. Les clones issus de cette espèce sont développés et testés dans le cadre des programmes d'amélioration génétique. Ils sont officiellement inscrits dans la liste nationale des matériels de base. Des informations plus détaillées concernant tous les clones de peupliers admis officiellement sont reprises dans le Dictionnaire des provenances recommandables.

5.2 Croissance et productivité

Croissance : précoce, rapide et soutenue.

Hauteur à maturité (m) : plus de 30 m.

Productivité (AMV m³/ha/an) : 12 à 18 m³/ha/an à 156 tiges par ha.

Longévité : 50 à 60 ans. Jusqu'à 150 ans en Amérique.

Exploitabilité : 18 à 30 ans, selon la productivité du site, le cultivar et la dimension recherchée.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

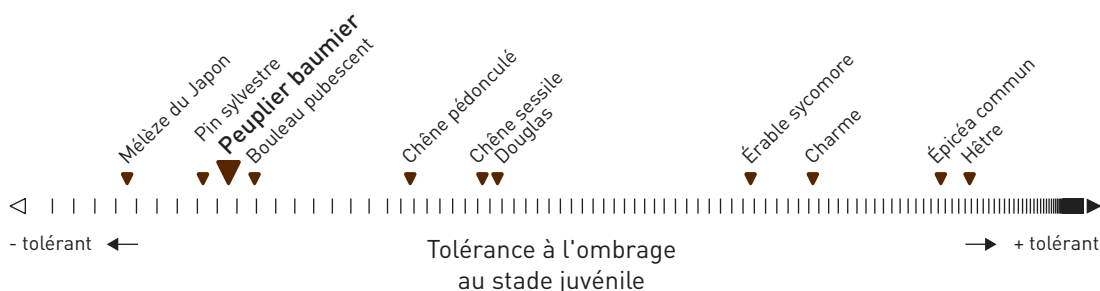
Stade juvénile

Très héliophile.

Ne supporte aucune concurrence latérale.

Stade adulte

Supporte l'ombrage latéral.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclairciment	Risque
Élevé	Formation de gourmands
Faible	Déviations de la croissance axiale au stade juvénile, perte de croissance suite à la concurrence entre houppiers
Mise en lumière brutale	Formation de gourmands

5.4 Précautions à l'installation

Plantation :

- Par plançons en écartement de 7 à 9 m avec protections individuelles indispensables.
- Éviter les boisements de plus d'1,5 ha avec un même cultivar.
- Profiter de la diversité de cultivars pour valoriser au mieux la variabilité des stations.
- Nécessite un accompagnement pour éviter les gourmands.

En régénération naturelle :

- Rarement envisagé.
- Les baumiers drageonnent de façon importante.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW)

Z.I. d'Aye

Rue de la Croissance 2

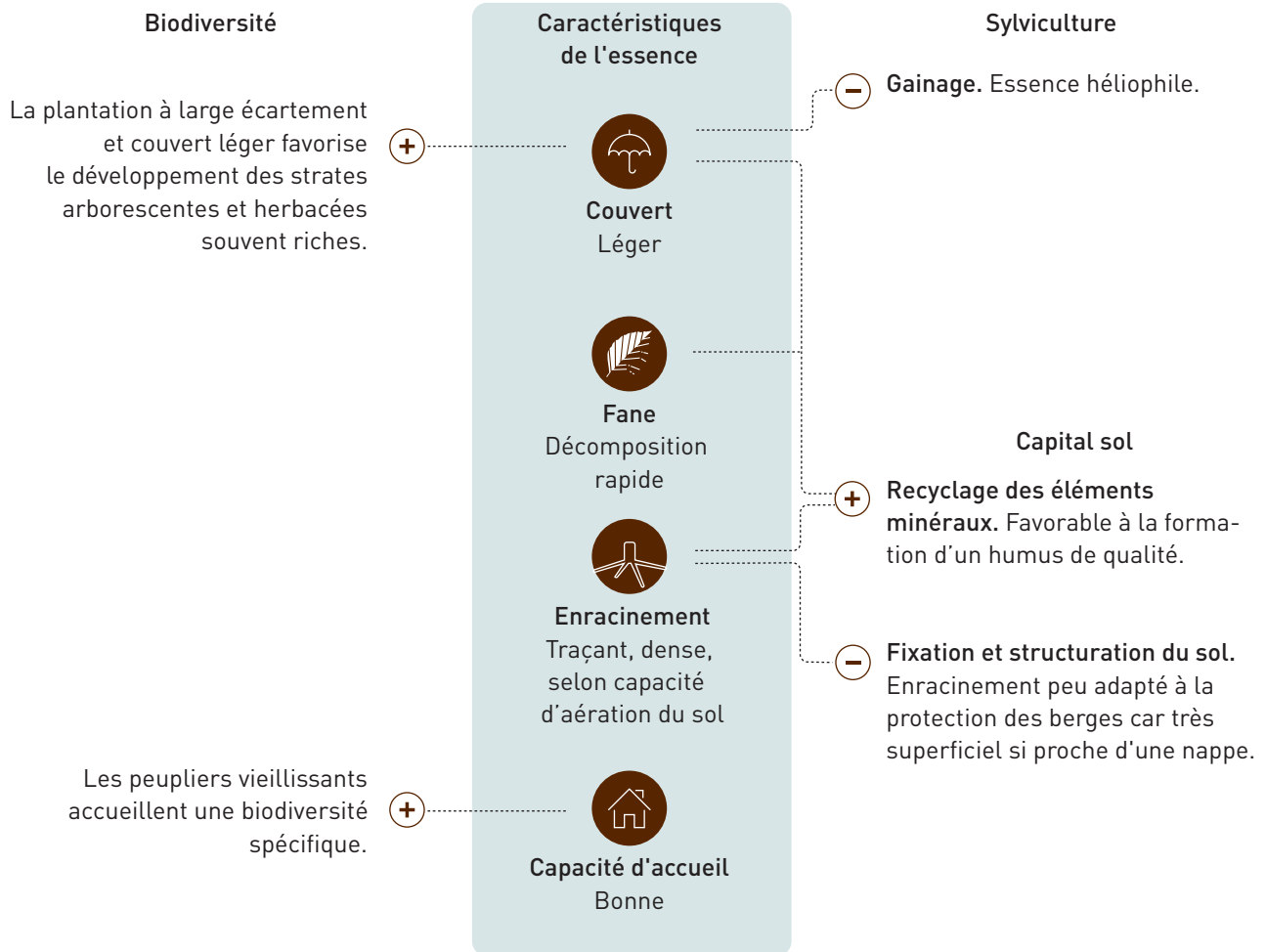
B-6900 Marche-en-Famenne

environnement.wallonie.be/orvert



Se référer aux listes de cultivars recommandés (peupliers hybrides sélectionnés) pour la Wallonie. Cette liste est régulièrement mise à jour pour intégrer les nouvelles sélections de cultivars et mettre fin à l'utilisation des cultivars n'étant plus adaptés (risques sanitaires ou autres).

5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Présence de noeuds	Élagage absent ou pas assez pratiqué	Éliminer les rameaux lorsque le tronc est à 7-10 cm de diamètre sur la mi-hauteur de l'arbre
Gourmands	Élagage trop intense. Lumière trop importante.	Toujours laisser > 40 % de hauteur non élaguée et émondage en août. Maintenir et favoriser l'accompagnement.
Fourche basse ou déformation du tronc	Dégâts climatiques, de la faune ou accidents sylviculturaux	Tailles de formation

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Forte	Particulièrement au stade juvénile Différenciation de sensibilité entre cultivars
Écorcement	Moyenne	Protéger individuellement les plançons jusqu'à ce que l'écorce soit résistante (environ 16 m de hauteur)
Frottage		

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

Le Marssonina

Marssonina brunnea

Site d'attaque : feuilles et pousses.

Symptômes et dégâts : sur les deux faces du limbe, petites taches brunes de 1 à 5 mm autour desquelles se forment des zones chlorotiques. Durant la saison, les taches s'agrandissent pour former des plages brunes donnant à la feuille une couleur bronze. L'infection commence par le bas puis migre vers le haut de l'arbre. Chute prématurée du feuillage.

Conditions : persistance d'une pellicule d'eau sur les feuilles (précipitations fréquentes) et température moyenne entre 12 et 20°C.

Caractère : primaire – fréquent.

Risque : pour le peuplement.

Conséquence : perte de croissance, sensibilité accrue à des pathogènes de faiblesse.

Les rouilles du peuplier

Melampsora spp.

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : pustules orangées à la face inférieure des feuilles en été. Les feuilles infectées se dessèchent et tombent prématurément.

Conditions : présence d'un hôte alternant à proximité (mélèze), excès d'azote et déficit en potassium.

Caractère : primaire – fréquent.

Risque : pour le peuplement.

Conséquence : pertes de croissance, débourrement tardif et sensibilité accrue à des pathogènes de faiblesse.

Le chancre dothichizéen

Discosporium populeum

Site d'attaque : rameaux et tiges.

Symptômes et dégâts : dépression de teinte marron clair à noir conduisant à un dessèchement du plant. Sous l'écorce, tissus noirs et humides.

Conditions : plant de pépinière de mauvaise qualité, mauvaises conditions de plantation, blessures de l'écorce.

Caractère : secondaire – moyennement fréquent.

Risque : pour jeunes arbres et en pépinière.

Conséquence : mortalité de jeunes plants.

La cloque dorée

Taphrina populina

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : cloques et taches oranges ; défoliations prématurées.

Conditions : température de 15-20°C et humidité importante au printemps.

Caractère : primaire.

Risque : mineur.

Conséquence : affaiblissement des arbres surtout en cas d'attaques répétées – problème en pépinière.



Insectes

Petite saperde

Saperda populnea

Site d'attaque : tronc et/ou branches.

Symptômes et dégâts : galeries dans les branches ou troncs de petit diamètre (quelques cm), encoche de

ponte en fer à cheval. Un renflement se développe à l'emplacement de la galerie.

Conditions : statut non connu.

Caractère : primaire / de faiblesse. Observé régulièrement sur divers *Populus spp.* Pas de dégâts graves signalés.

Risque : individuel.

Conséquences : perte de productivité.

Grande saperde

Saperda carcharias

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries souvent à la base de gros troncs. Sciure rejetée à l'extérieur de la galerie. Grand orifice de sortie (de l'ordre du cm).

Conditions : arbres souvent de grande taille, peut-être sénescents.

Caractère : primaire / de faiblesse. Observé régulièrement sur divers *Populus spp.* Pas de dégâts graves signalés.

Risque : individuel.

Conséquences : à terme : mort.

Petite Sésie

Paranthrene tabaniformis

Site d'attaque : tronc et/ou branches

Symptômes et dégâts : galeries dans les branches ou troncs de petit diamètre (quelques cm)

Conditions : statut non connu

Caractère : primaire / de faiblesse. Observé sporadiquement. Pas de dégâts signalés

Risque : individuel

Conséquences : perte de productivité

Puceron lanigère

Phloemyzus passerinii

Site d'attaque : en surface sur le tronc.

Symptômes et dégâts : insectes présents en grands nombres sur le tronc et les grosses branches.

Conditions : forte spécificité clonale.

Caractère : primaire / de faiblesse. Observé en France sur divers *Populus spp.* Parfois, dégâts importants.

Risque : individuel.

Conséquences : tue certains clones de peupliers euraméricains.

Cossus gâte bois

Cossus cossus

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans les troncs.

Sciure rejetée à l'extérieur de la galerie, suintements. Grand orifice de sortie (de l'ordre du cm). Odeur forte (vinaigrée). L'exuvie nymphale reste souvent fixée près de l'orifice.

Conditions : arbres de toutes tailles, arbres d'alignement.

Caractère : primaire / de faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : à terme : mort.

Zeuzère

Zeuzera pyrina

Site d'attaque : branches et parfois tronc d'arbres jeunes.

Symptômes et dégâts : galeries dans les branches. Ponte au niveau d'un bourgeon ou d'un pétiole. La chenille s'introduit dans la branche et peut poursuivre jusqu'au tronc. Fanaison de la branche, éventuellement mort de l'arbre.

Conditions : arbres de toutes tailles mais souvent arbres jeunes.

Caractère : primaire / de faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : à terme : mort.

Également:

Cryptorrhynque

Cryptorrhynchus lapathi

Sésie apiforme

Aegeria apiformis

Chrysomèles

Chrysomela populi, *C. tremulae*, *Phratora vitellinae*, *P. laticollis*, *P. vulgatissima*.

Problématiques émergentes

Melampsora medusae f. sp. deltoidea

Il s'agit d'une rouille qui cause le même type de symptôme que les autres rouilles des peupliers (pustules orangées à la face inférieure des feuilles, chute prématurée du feuillage) mais qui n'infecte que les peupliers cultivés. Originaire d'Amérique du Nord, cette rouille a un statut d'organisme de quarantaine. Si des races particulièrement agressives du pathogène sont introduites en Europe, des dégâts importants pourraient être observés sur peupliers cultivés.

7 Valorisation potentielle du bois

Le bois de peuplier présente de très nombreux usages valorisant son aptitude au vissage, clouage et agraffage. Ses fibres très longues rendent le ponçage difficile. Ces bois se déroulent, se scient et se collent aisément pour constituer des panneaux contreplaqués et mixtes.

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Charpentes légères
Utilisations extérieures		
Aménagements intérieurs	✓	Panneaux contreplaqués à usages multiples, mobilier
Usages spécifiques	✓	Emballages légers, caisserie, palletterie. Ces usages mettent en valeur la blancheur du bois. Ne transmet pas de goût aux denrées alimentaires. Allumettes, pâte à papier.

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques

Tant que l'accès à l'eau est assuré, les peupliers bauxiers bénéficient de l'augmentation de la température, de l'allongement de la période de végétation et des périodes sèches qui limitent le développement des rouilles.

L'amélioration génétique et la sélection continue de nouveaux cultivars, en faisant évoluer le peuplier en fonction de la variation de l'environnement, permet de maintenir un potentiel forestier élevé.

9 Références majeures

- FAO-CABi (2014). *Poplars and Willows, Trees for Society and the Environment*. UK, 634 p.
- SPW (2003). *Le peuplier en Wallonie et dans les régions voisines*. Jambes, 483 p.
- Soulères G. (1992). *Les milieux de la populiculture*, Paris, 309 p.





Robinier faux-acacia

Robinie^{DE}, Gewone robinia^{NL}, Black locust^{EN}

Robinia pseudoacacia L.

ROBINIER

1 Résumé

1.1 Atouts

- Doté d'une **très forte productivité**, le robinier produit un bois à très haute **durabilité naturelle** (comparable aux bois tropicaux) et aux excellentes **propriétés mécaniques**.
- **Très tolérant à la sécheresse**, il maintient un bon niveau de croissance sur les stations à faible réserve en eau qu'il permet de mettre en valeur : versants chauds, sols peu profonds, caillouteux, etc. 😊
- Peu sensible aux **sécheresses estivales** et aux **fortes températures**, le robinier se présente comme une essence d'avenir dans le contexte des changements climatiques. 😊

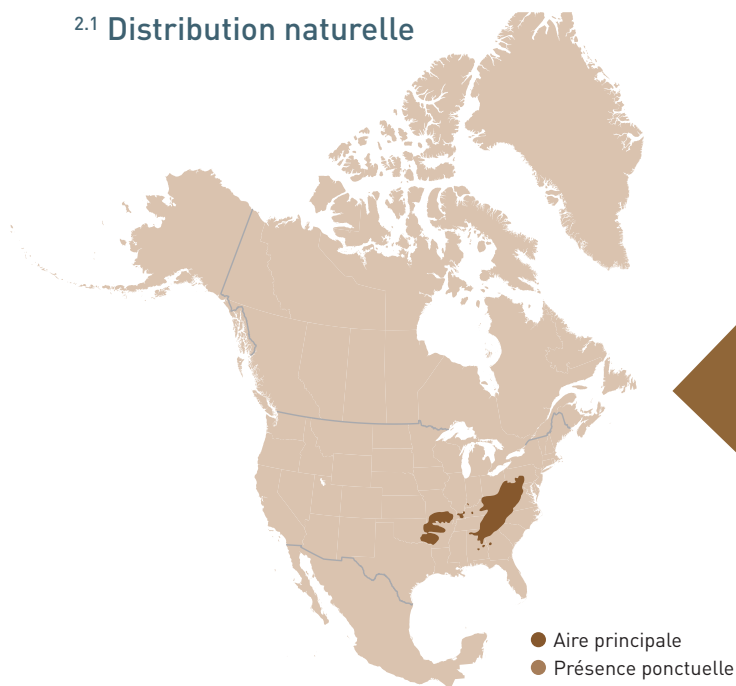
1.2 Limites

- **Implantation impossible en Ardenne** du fait du **manque de chaleur** et d'une **saison de végétation** trop courte.
- Très sensible aux **gelées précoces**, du fait de son **aoûtement tardif**.

- Très héliophile, l'espèce **ne tolère pas l'ombrage**, quel que soit son stade de développement.
- Très sensible aux **contraintes physiques** et **hydriques** (anoxie) 😞, il nécessite impérativement un sol meuble et bien aéré. Ne tolère pas :
 - les sols engorgés, même de manière temporaire,
 - les sols mal structurés ou présentant un horizon de compaction (argile, limons),
 - les stations à régime hydrique alternatif.
- Sa **sylviculture** est très délicate du fait du fait d'important problèmes de forme de la tige et de pourriture de coeur, systématique chez les gros arbres.
- Très sensible à l'abrutissement.
- Espèce à fort potentiel de reproduction végétative, le robinier peut se montrer très **envahissant** particulièrement en milieu ouvert. Respecter une distance de plantation de minimum 250 m des habitats ouverts de forte valeur biologique comme les landes, pelouses sèches et affleurements rocheux. De manière générale, préférer les plantations en coeur de massif.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



L'aire de distribution naturelle du robinier faux acacia est répartie en deux grands secteurs du sud est des Etats-Unis (versants inférieurs de la chaîne des Appalaches, sud de l'Illinois, Indiana, Missouri...). L'aire de distribution en Amérique s'est étendue suite aux plantations.

Aujourd'hui, le robinier est assez répandu en Asie et en Europe, sa distribution étant toutefois limitée aux régions présentant un climat doux : ouest de la Chine, Corée, Japon - Europe de l'Ouest, centrale et Balkans. Sa sylviculture est particulièrement développée en Hongrie.

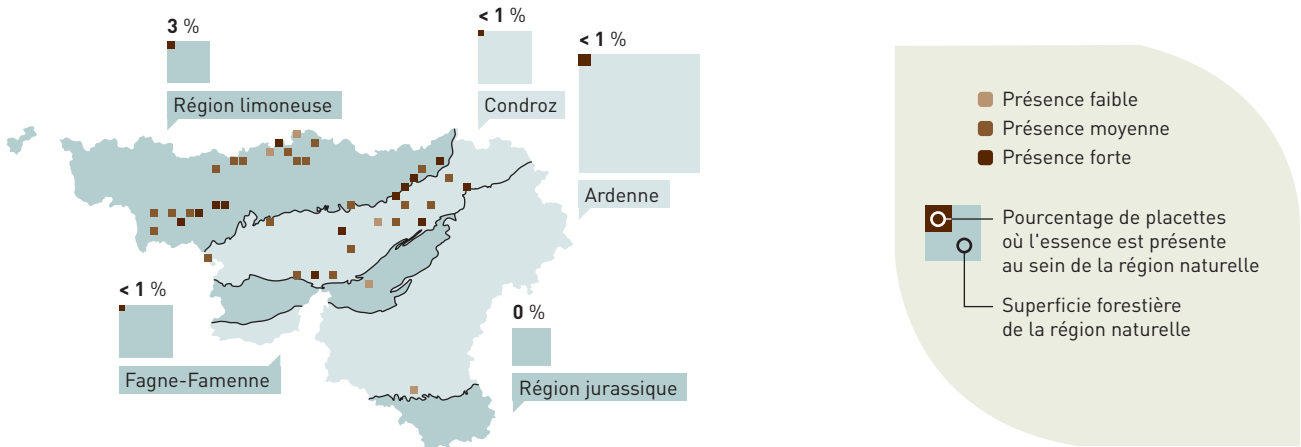
😊 Atout face aux changements climatiques

😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

En Wallonie, le robinier est une espèce exotique acclimatée. Du fait de son fort potentiel de reproduction végétative, il peut se montrer très envahissant, particulièrement dans les peuplements clairs, les lisières et les zones ouvertes environnantes. Il peut représenter une menace pour la biodiversité dans les milieux ouverts de grand intérêt biologique comme les landes, les pelouses sèches et les affleurements rocheux.

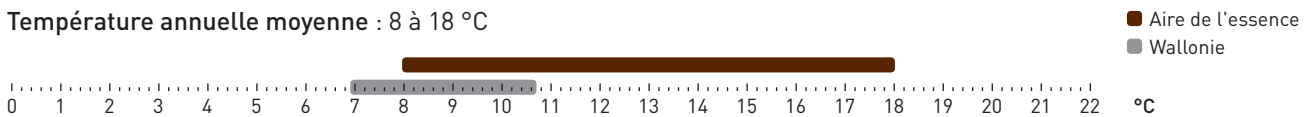
Il est présent sur moins de 1 % des surfaces forestières inventoriées de la forêt wallonne. On le retrouve de manière disséminée, en peuplements mélangés ou en petits collectifs (22 % de peuplements purs), essentiellement dans le Condroz et la région limoneuse (Basse et Moyenne Belgique).



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : 8 à 18 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -35 °C / max. 40 °C



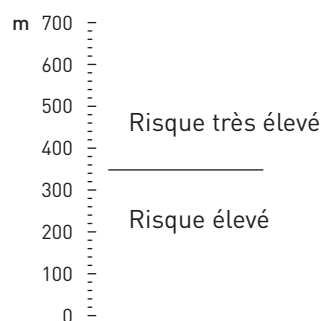
Précipitations annuelles totales : min. 700 mm



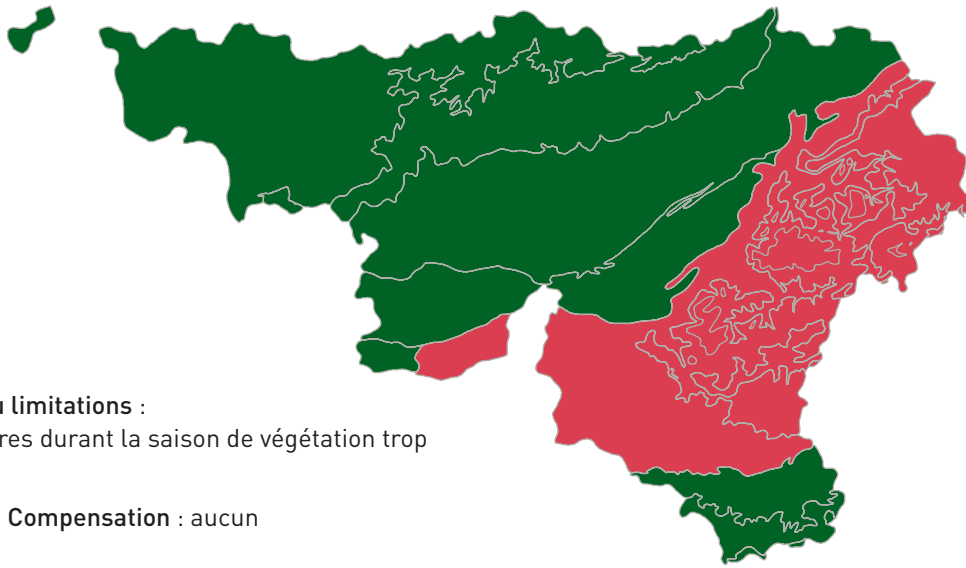
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

Au-delà de 350 m, le robinier commence à souffrir de la température trop faible en période de végétation, et les risques de gel automnal rendent sa culture impossible.



3.3 Sensibilités climatiques particulières



Risques ou limitations :
températures durant la saison de végétation trop faibles

Facteur de Compensation : aucun

- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvénile	PS	Débourre très tard
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvénile	TS	Son aoûtement très tardif le rend très sensible aux gelées précoces. Mortalité de la pousse et des bourgeons terminaux
Adulte	TS	
Sécheresse		
Juvénile	PS 😊	Le robinier a une très grande tolérance à la sécheresse dans nos régions. Il peut s'adapter à des stations plutôt arides
Adulte	PS 😊	
Canicule		
Juvénile	PS 😊	Le robinier est peu sensible car originaire de climats continentaux à été et automne chauds
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvénile	S	Ses fréquentes fourches peu robustes, provoquées par la destruction d'une pousse terminale lors d'une gelée précoce, peuvent s'ouvrir en deux en cas de givre ou de neige collante
Adulte	S	
Vent		
Juvénile	S	Ses branches sont fragiles et son bois se fend assez facilement. On a donc souvent des bris de vent
Adulte	S	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : non sensible

Acidité : peu sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Podzol ou sol oligotrophe ● Profil g ou pH < 3,8	-3	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en surface et en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriquesEngorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **très sensible** 😞

Stations en tolérance : incapacité d'enracinement.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			Relevé floristique Sondage pédologique Tests de texture et de compacité
Sol marécageux à modérément humide ● Drainage g ● Drainage f, i ● Drainage e, h	-4 -3 -2		Aucun	
Sol frais ● Drainage d	-1	Texture lourde (E, U) Sol compact	Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie > 60-70 cm (cas du drainage d) Sol meuble et/ou bien structuré	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** 😞

Risque principalement lié à la période d'engorgement.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage h, i	-2 et -3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif
● Drainage d	-1 RHA	Sol compact, ou horizon compact à faible profondeur : contexte schisto-argileux de Famenne, horizon argileux, fragipan Texture lourde (E, U) Apports d'eau locaux importants (microtopographie) : cuvette, zone de source	Ressuyage rapide au printemps Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie > 60-70 cm (cas du drainage d) Sol meuble et/ou bien structuré	Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)

Déficit hydrique : **peu sensible** 😊

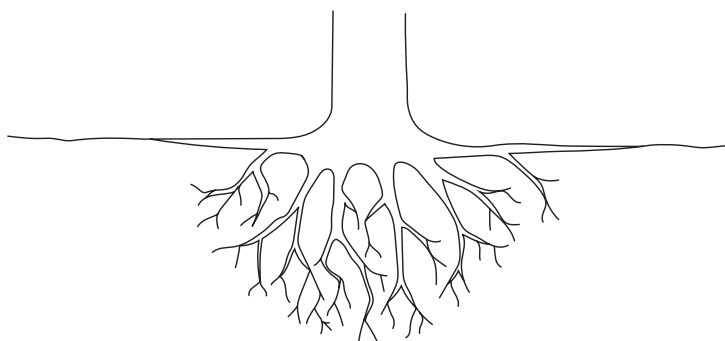
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Aucun	Position topographique
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Nappe d'eau en profondeur	Sondage pédologique profond
● ● Sol sec à xérique	4-5		Socle rocheux fissuré	Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Oblique



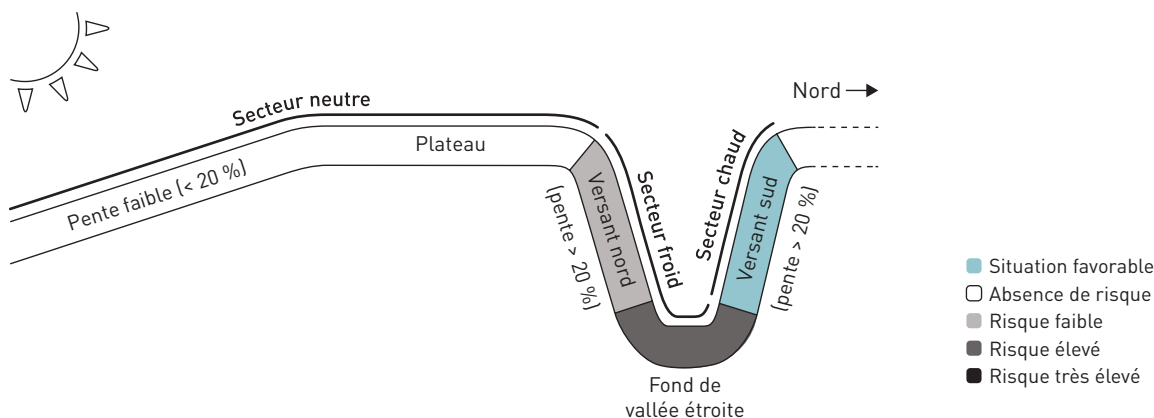
Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : très sensible 😞
- Compacité du sol : très sensible

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable
substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Test de structure (sols argileux)
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a en profondeur (> 70 à 80 cm)	Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis

Bon à savoir: n'est à l'optimum que sur les sols légers et bien aérés.

4.4 Effets des microclimats topographiques



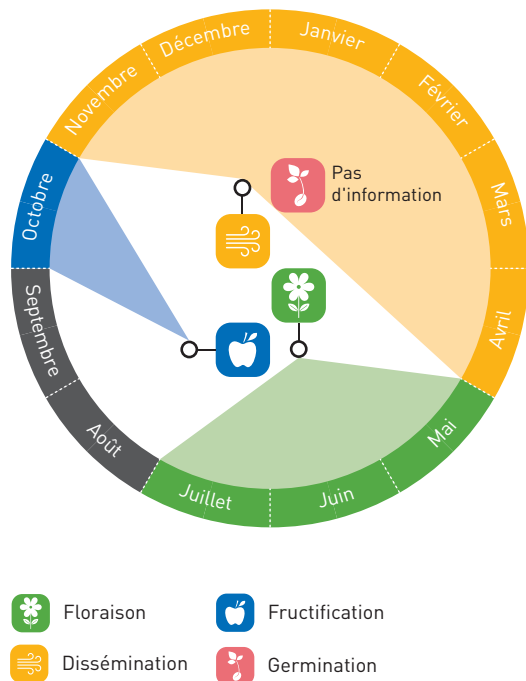
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<ul style="list-style-type: none"> ■ Risque faible. Manque d'ensoleillement (essence héliophile), températures estivales trop faibles pour réaliser un aoûtement correct. ■ Risque élevé. Manque d'ensoleillement (essence héliophile), températures estivales trop faibles pour réaliser un aoûtement correct, gelées précoces.
Fond de vallée étroite	
Versant sud	<ul style="list-style-type: none"> ■ Situation favorable. Besoins en chaleur satisfaits (essence thermophile), besoins en lumière satisfaits (essence héliophile).

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation: Mai – Novembre.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : **optimale au-delà de 25 ans.**

Première fois : 15 - 25 ans.

Type de fleurs : **hermaphrodite.**

Localisation entre individus : **monoïque.**

Pollinisation : **entomogamie.**

Type de fruit : **gousse qui contient les graines.**

Fréquence des fructifications : **1 à 2 ans.**

Mode de dissémination : **barochorie, anémogamie.**

Les graines sont orthodoxes et elles conservent leur faculté germinative très longtemps.

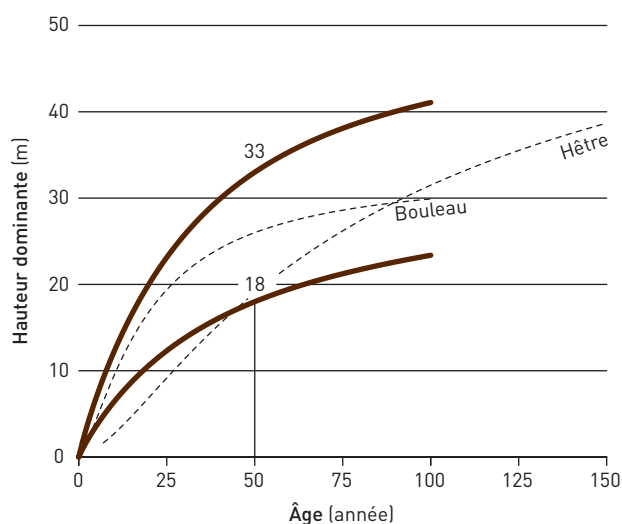
Elles ont une dormance mécanique liée à la dureté et à l'imperméabilité tégumentaire. Les arbres peuvent produire régulièrement beaucoup de graines mais le taux de germination est assez faible dans la nature.

Pour germer, les graines ont besoin que le tégument s'altère, d'avoir des besoins en lumière et en chaleur adéquats. Dans la nature, le robinier se régénère le plus souvent par la voie asexuée.

Régénération asexuée

Le robinier rejette très bien de souche et il possède un très grand potentiel de drageonnement. Ce dernier se développe très fort lors des exploitations forestières. Il peut se reproduire facilement au départ de simples fragments racinaires. Ce sont les raisons pour lesquelles, il est très difficile d'éliminer le robinier lorsqu'il est installé dans une parcelle. Le forestier doit y être attentif lors du choix sylvicole de cette espèce.

5.2 Croissance et productivité



Croissance : précoce, rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité : 25 à 40 m. En Wallonie, les plus hauts individus mesurés atteignent 33 m.

Productivité (AMV) : 8 à 14 m³/ha/an vers 50 ans (très productif).

Longévité : 100 à 300 ans.

Exploitabilité : 40 à 60 ans (avant l'apparition de pourriture du cœur).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

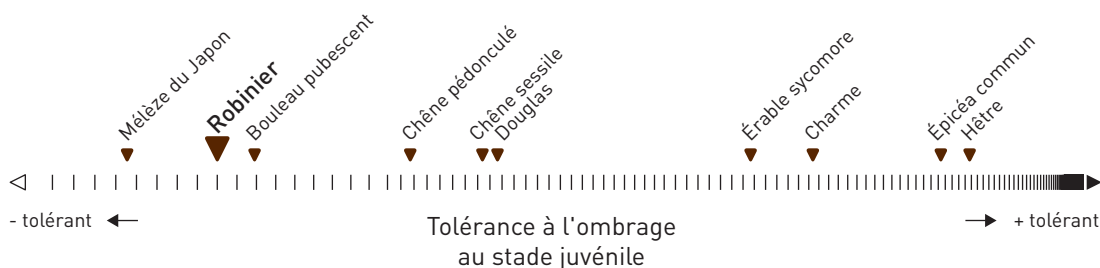
Stade juvénile

Très faible tolérance à l'ombrage.

Exige un éclaircissement direct, ne supporte aucun couvert supérieur ou latéral (phototropisme).

Stade adulte

Exige la pleine lumière, ne supporte pas la compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Fort ralentissement de la croissance
Mise en lumière brutale	Aucun

5.4 Précautions à l'installation

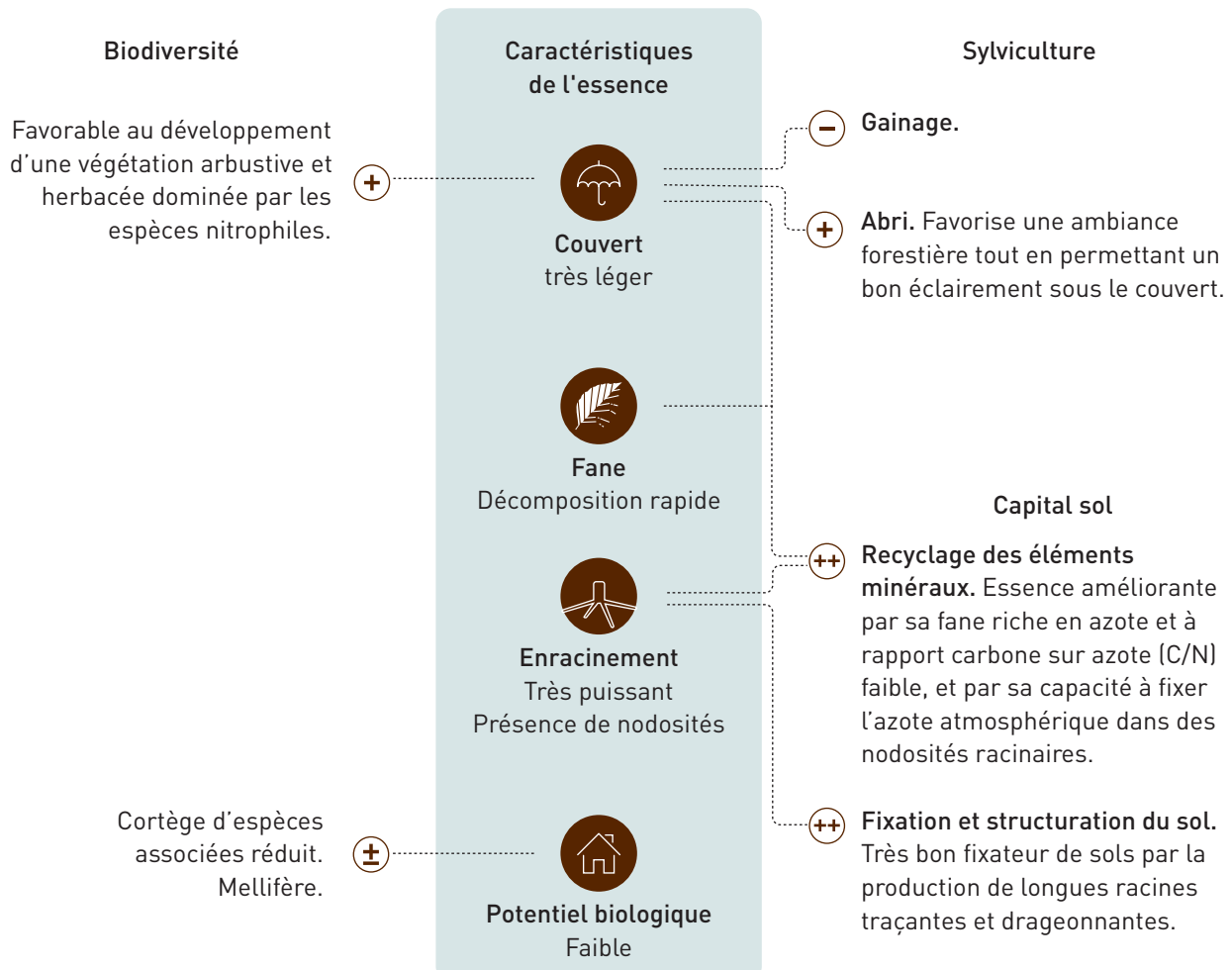
- Le robinier est particulièrement apprécié par la petite et la grande faune : lapin, chevreuil, cerf, etc.
- La forme des jeunes robiniers est souvent très mauvaise. L'amélioration par le recépage est une technique parfaitement adaptée à l'exceptionnelle vigueur des rejets de robinier.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



Bon à savoir: doté d'une grande faculté de reproduction végétative, il se montre envahissant en milieu ouvert.

5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Altération du bois	Pourriture du coeur	Limiter la durée de la révolution
Altération du bois	Chancre et maladies cryptogamiques (<i>Fomes fraxineus</i> (Fr.) Cooke, <i>Grifola sulphurea</i> (Bull) Pil. et <i>Phellinus robustes</i> (Karst.) B. & G.)	Eviter les blessures mécaniques à la tige et aux racines
Cannelure	Génétique	
Fourches	Gelées précoces	Choix de la station, recepage après gelée intense et précoce

Remarque : La sylviculture du robinier est particulièrement délicate, du fait d'importants problèmes de pourriture de coeur et de forme.

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroustissement	Forte	Les jeunes rejets sont très appétants
Écorcement	Moyenne	
Frottage	Moyenne	Malgré ses épines, le robinier est assez sensible aux frottements de cervidés

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

Problématiques généralistes

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	
Utilisations extérieures	✓	
Utilisations intérieures	✓	
Usages spécifiques		Très bonne aptitude au cintrage, tonnellerie, bon bois de feu, piquets

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☺

D'un point de vue abiotique, le robinier apparaît comme une essence bien armée pour faire face aux changements climatiques. Il se présente donc comme une essence d'avenir en Wallonie, son aire de culture potentielle étant susceptible de s'étendre. Le robinier possède en effet un certain nombre d'atouts dans un contexte de changements climatiques. Originaire de climats à saison de végétation chaude, il s'agit d'une essence thermophile, qui souffre actuellement du manque de chaleur dans certaines régions naturelles de Wallonie. Xérocline, son optimum de croissance s'établit dans les milieux plutôt secs. Il est donc très to-

lérant aux sécheresses estivales et au déficit hydrique en général. Son enracinement puissant favorise par ailleurs la résistance aux tempêtes.

Toutefois, dans un climat plus chaud, favorable à la germination des graines, on observera probablement plus souvent une régénération naturelle par voie générative. Son caractère envahissant sera alors d'autant plus à surveiller et des précautions plus strictes devront être envisagées lors de son implantation (plantation en cœur de forêt, distance suffisante aux milieux ouverts, a fortiori de grand intérêt biologique, etc.).

9 Références majeures

- Claessens H., Alderweireld M., Thibaut A. (2006). **Potentialités du robinier en Wallonie**. Forêt Wallonne 84 : 30-39.
- Fourbisseur A., Devillet S., Jourez B., Hébert J. (2003). **Le robinier fauxacacia en Wallonie : utopie ou réalité ? Premiers résultats**. Forêt Wallonne 67: 12-23.
- Fourbisseur A., Charron S., Jourez B., Hébert J. (2003). **Le point sur la place du robinier en Hongrie**. Forêt Wallonne 67 : 26-30.
- Keresztesi B. (1988). **The Black locust**. Akadémiai Kiado, Budapest, 197 p.





Caryers

Spottnuss, Bitternuss, Ferkelnuss^{DE}, Echte hickory^{NL}, Mockernut hickory, Bitternut hickory, Pignut hickory^{EN}

Carya alba/tomentosa Nutt.
C. cordiformis (Wangenh) K. Koch.
C. glabra (Mill.) Sweet.

CARYERS

1 Résumé

1.1 Atouts

- Bois à large gamme de valorisation.
- Ils rejettent de souche et drageonnent abondamment.
- Intérêt paysager.

1.2 Limites

- Très peu d'expérience dans le contexte de la Wallonie.
- Sensible aux dégâts de la faune sauvage.
- Sensible aux gelées précoces et tardives.

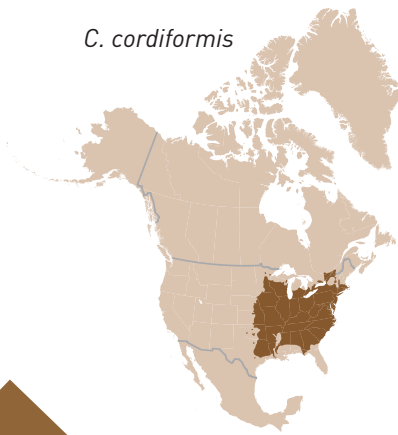
2 Distributions naturelles et ressources en Wallonie

2.1 Distributions naturelles

Carya alba



C. cordiformis



C. glabra



Les caryers sont originaires d'Amérique du nord-est (Etat-Unis et Canada). Leurs aires d'origine s'étendent au nord depuis l'Etat du Maine jusqu'au sud-ouest de l'Ontario et au sud, depuis le nord de la Floride jusqu'à l'est du Texas.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- ☺ Atout face aux changements climatiques
- ☹ Faiblesse face aux changements climatiques

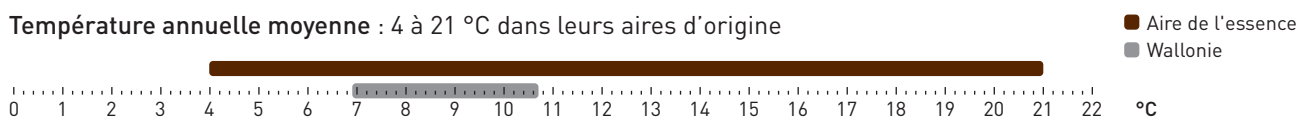
2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Les caryers ne sont pas spécifiquement identifiés au sein des inventaires de l'Inventaire permanent des ressources forestières de Wallonie (IPRFW).

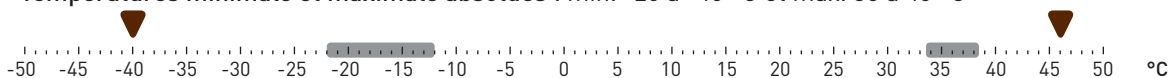
3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

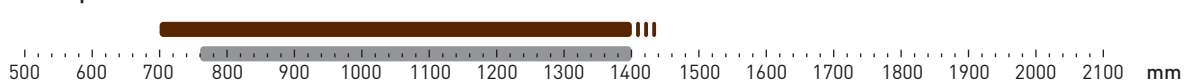
Température annuelle moyenne : 4 à 21 °C dans leurs aires d'origine



Températures minimale et maximale absolues : min. -20 à -40 °C et max. 38 à 46 °C



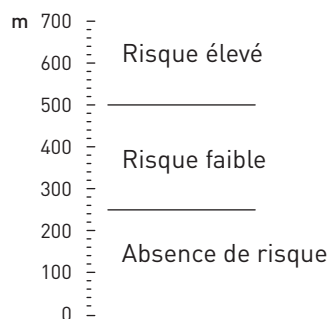
Précipitations annuelles totales : min. 700 mm



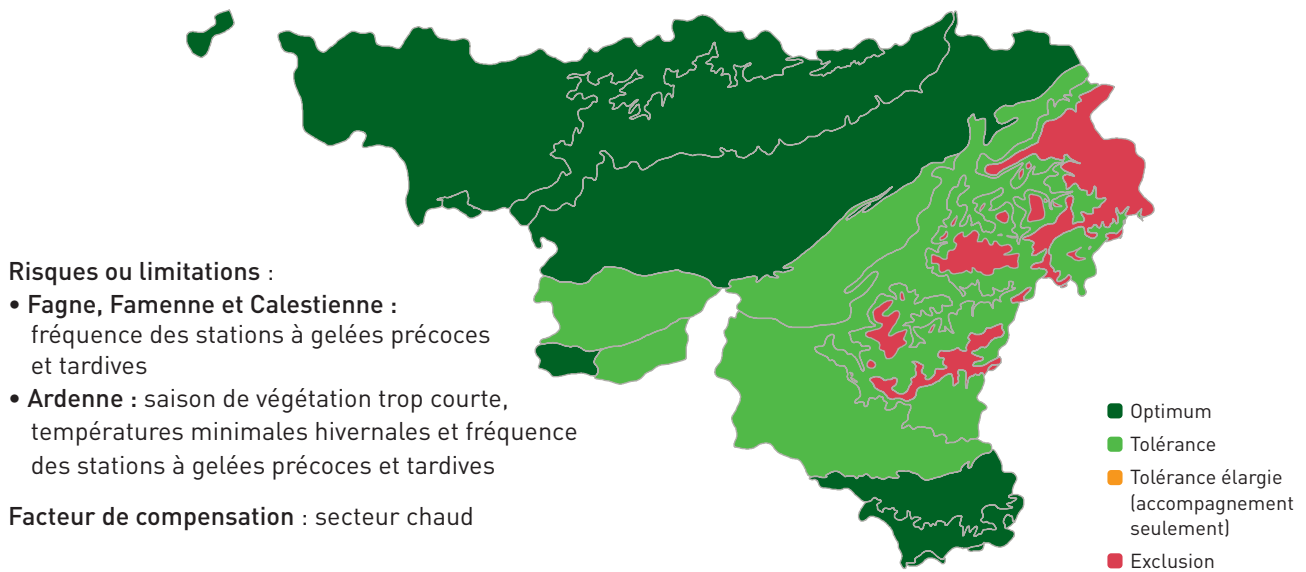
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

A partir de 250 m d'altitude, les caryers commencent à souffrir des gelées précoces et tardives. Au-delà de 350 m, le risque de gelées précoces et tardives est accompagné d'une saison de végétation trop courte et par des températures minimales hivernales trop faibles.



3.3 Sensibilités climatiques particulières

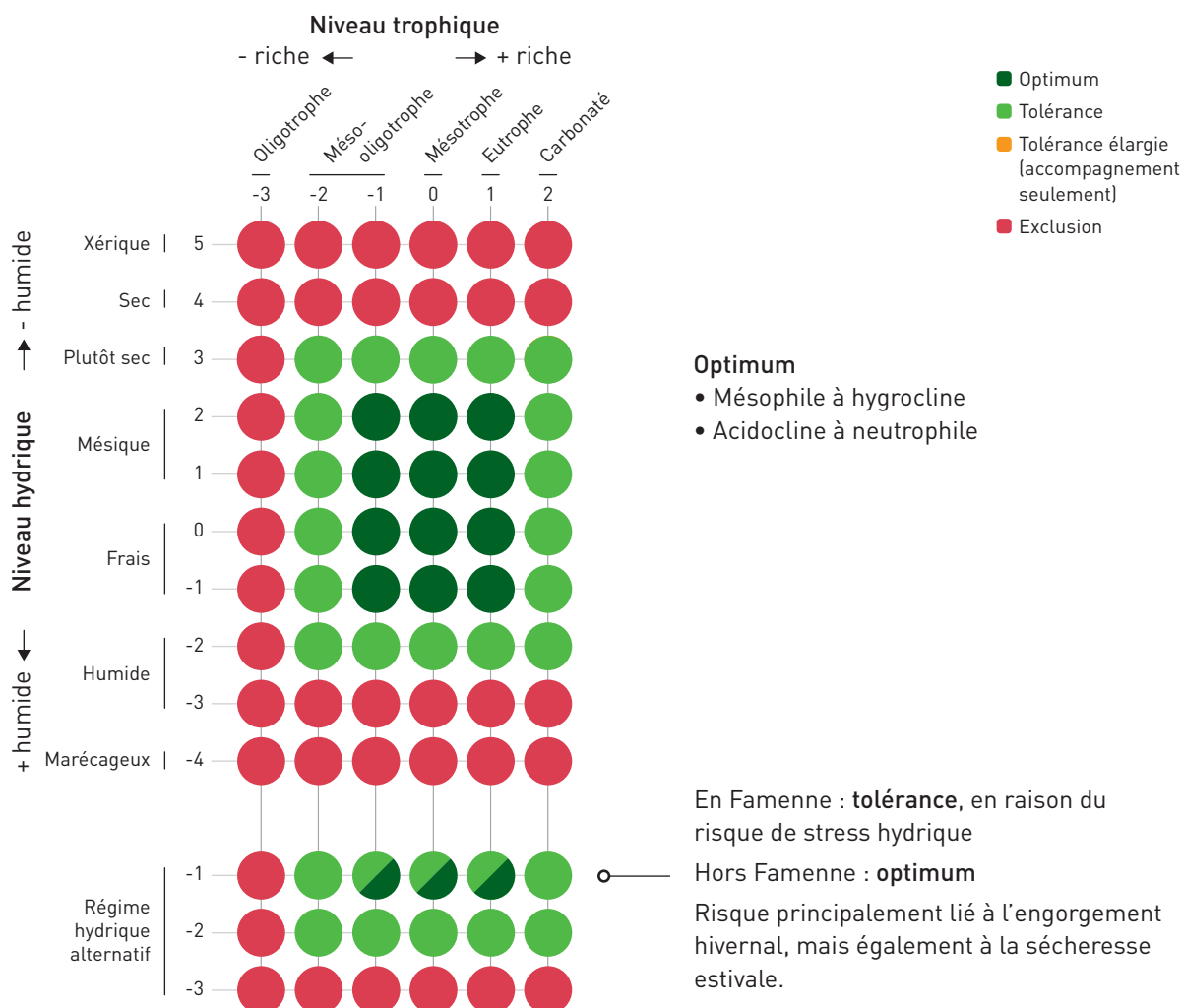


Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	S	
Adulte	S	
Gelée précoce		
Juvenile	S	
Adulte	S	
Sécheresse		
Juvenile	S	
Adulte	S	
Canicule		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	PS	Système racinaire dense avec un pivot puissant
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **sensible** (diagnostics complémentaires : test HCl sur terre fine et mesure du pH)

Acidité : **sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3			Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur
Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique ● Profil f ou pH 3,8-4,5	-2	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou (v)	-4		Aucun	Relevé floristique
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f, i	-4 -3			Régime hydrique effectif
Sol modérément humide ● Drainage e,h	-2	Précipitations élevées (Ardenne)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	Sondage pédologique

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible**

Risque principalement lié à l'engorgement hivernal, mais également à la sécheresse estivale.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	Relevé floristique
● Drainage h	-2 RHA	Apports d'eau locaux importants (microtopographie) Précipitations élevées (Ardenne) « Argiles blanches »* (sigle Ghx)	Hydromorphie non fonctionnelle Ressuyage rapide au printemps	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité
● Drainage d	-1 RHA	Sol peu profond : Phases 2 ou 3	Sol meuble et ou bien structuré	Test de structure (sols argileux)

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).Déficit hydrique : **sensible**

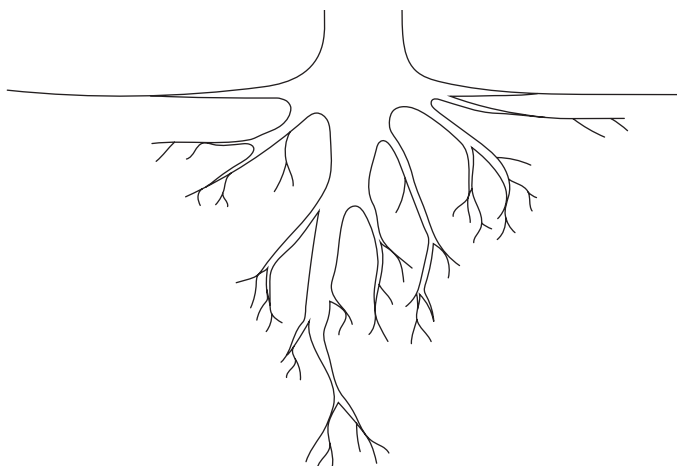
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Aucun	Position topographique
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5			Sondage pédologique profond
● Sol sec à xérique	4-5	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	Test de compacité
● Sol plutôt sec	3			

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Pivotant à oblique
- Dense et profond 😊

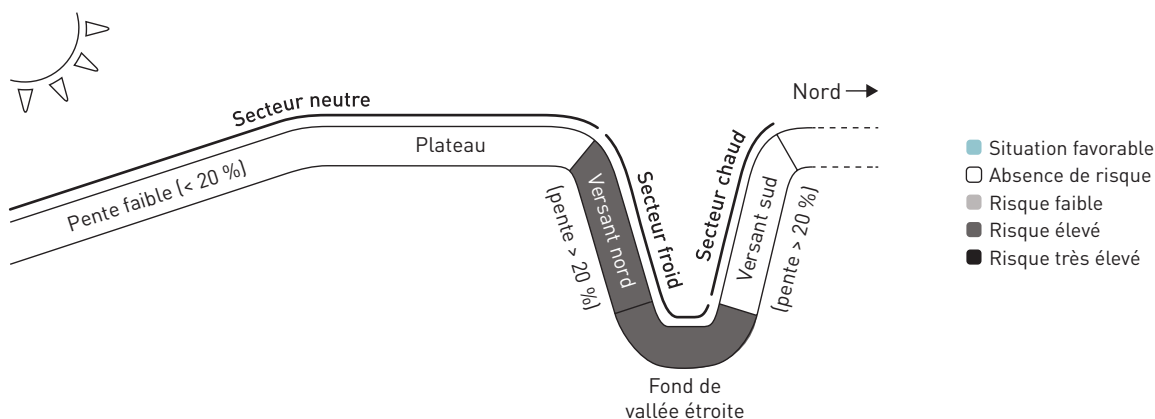


Sensibilités aux contraintes édaphiques

Anaérobiose : **sensible**

Compacité du sol : **peu sensible**

4.4 Effets des microclimats topographiques



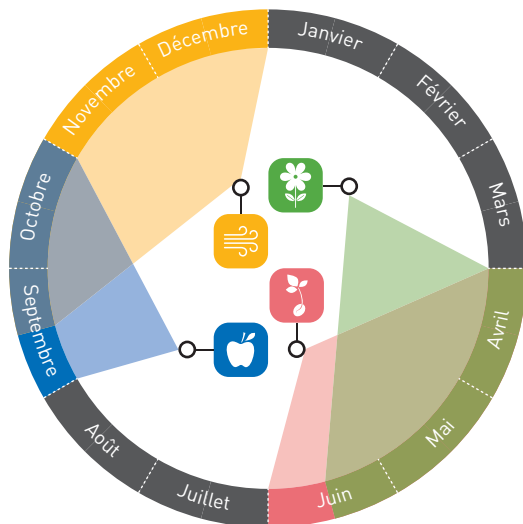
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Gelées, froids hivernaux.
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Gelées, froids hivernaux.
Versant sud	<input type="checkbox"/> Risque faible. Sécheresse.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : juin à début octobre.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : **40 ans**.

Type de fleurs : **unisexuées**.

Localisation entre individus : **monoïque**.

Pollinisation : **anémogamie**.

Type de fruit : **noix**.

Fréquence des fructifications : **3 à 5 ans**.

Mode de dissémination : **barochorie, zoochorie**.

Les graines sont intermédiaires et elles ont une dormance profonde. La dormance se lève par une période de froid humide (3°C) de 12 à 20 semaines.

Les graines peuvent rester viables 1 an dans le sol.

Régénération asexuée

Les caryers rejettent de souche et drageonnent abondamment.

5.2 Croissance et productivité

Croissance : non documentée en Wallonie.

Hauteur à maturité (m) : non documentée en Wallonie.

Productivité (AMV m³/ha/an) : non documentée en Wallonie.

Longévité : 200 ans.

Exploitabilité : non documentée en Wallonie.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

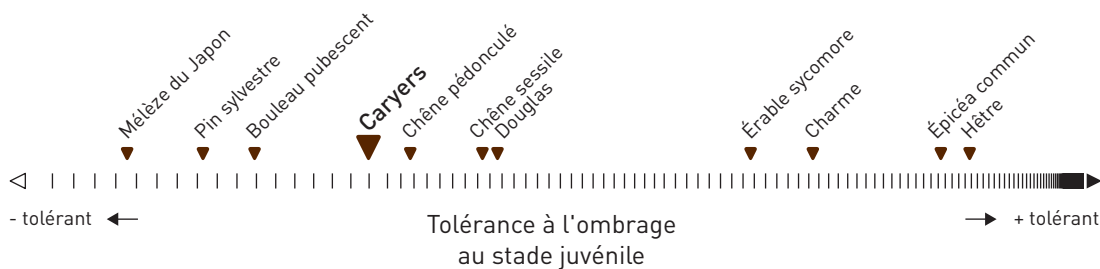
Faible tolérance à l'ombrage.

Ne supporte aucun couvert supérieur.

Stade adulte

Essence héliophile.

Ne supporte ni couvert supérieur ni pression latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Faible croissance, mortalité, problème de rectitude par sa sensibilité au phototropisme
Mise en lumière brutale	Pas d'informations dans le contexte de la Wallonie

5.4 Précautions à l'installation

Les caryers sont très peu installés en Wallonie, il y a par conséquent très peu de retours d'expériences. Dans tous les modes d'installation, la compétition sera à contrôler de manière stricte.

Plantation. Très sensible aux dégâts de la faune sauvage, les plants devront bénéficier d'une protection.

Régénération naturelle. L'établissement des caryers par régénération naturelle n'est pas aisé à cause de la prédation des graines. De plus, essence héliophile, il faudra immédiatement relever le couvert en réalisant de grandes trouées.

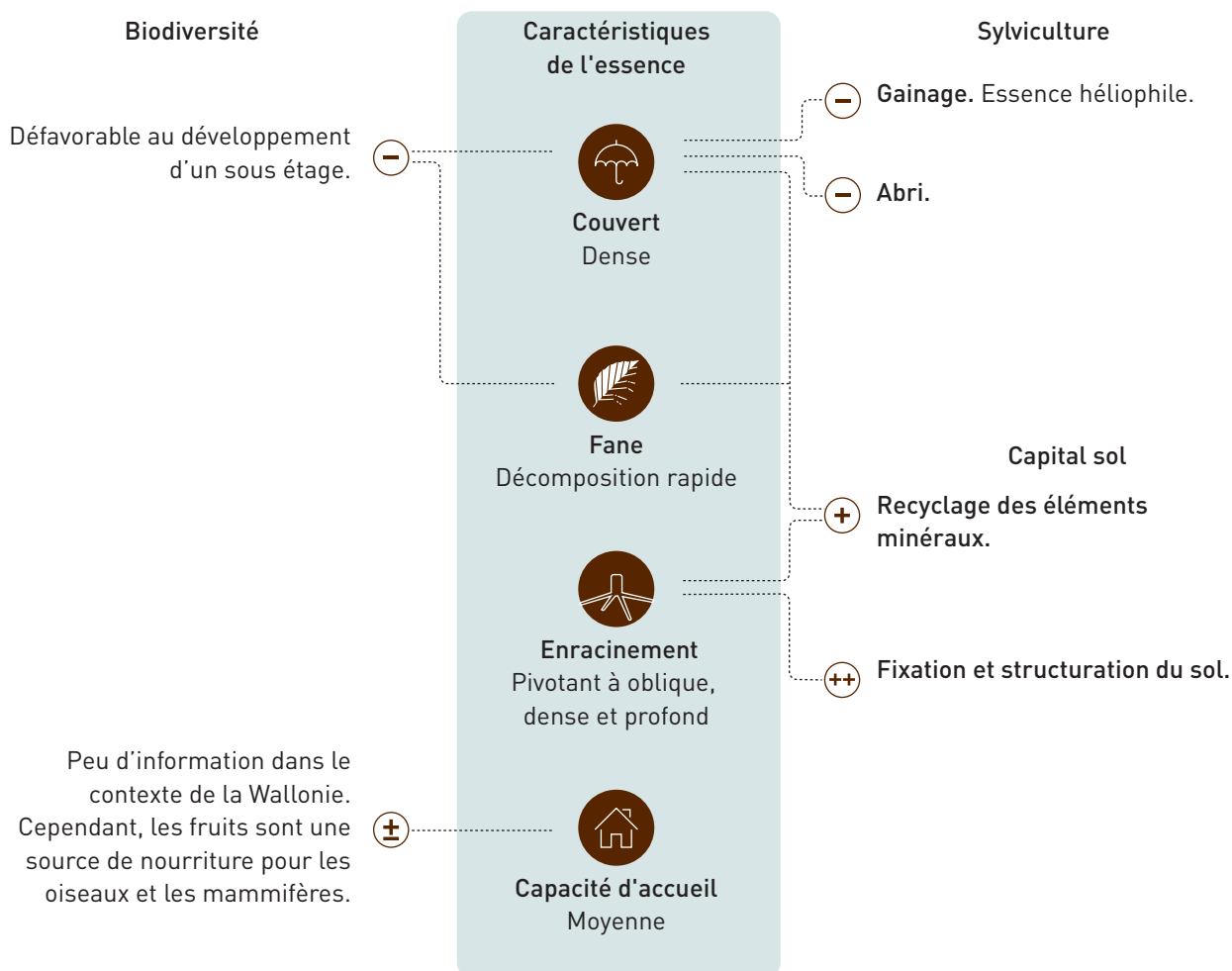
Multiplication végétative. Les caryers rejettent de souche et drageonnent abondamment.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Problème de forme	Gelées précoces et tardives	Choix de la station, taille de formation

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Moyenne à forte	
Écorcement	Moyenne	
Frottage		

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

Aucune pathologie particulière.

Insectes

Plusieurs espèces de ravageurs connues dans la région d'origine mais pas présents en Belgique : *Curculio caryae* (charançon du fruit), *Acrobasis nuxvorella* (pyrale), *Melanocallis caryaefoliae* (puceron), *Agrilus torquatus* (bupreste),...

7 Valorisation potentielle du bois

Bois lourd et dur très résistant aux chocs, cependant souple et flexible. Bois peu durable, y compris le duramen face à l'attaque des champignons.

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	(Charpentes)
Utilisations extérieures		Faible durabilité
Utilisations intérieures	✓	Panneaux, menuiserie, parquet
Usages spécifiques		Manches d'outils, pièces mécaniques, articles de sport (queues de billard, crosses de hockey, battes de base-ball...), tournerie, bois-énergie, palettes

Marché très peu développé (actuellement basé sur des grumes d'importation des USA).

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques

Supportant des températures moyennes annuelles élevées dans son aire d'origine, une augmentation dans le contexte de changements climatiques ne devrait pas impacter les caryers.

Sensibles aux sécheresses estivales et au déficit hydrique en général, les caryers nécessitent un bon approvisionnement en eau pour une croissance optimale.

Dans une perspective de changements climatiques entraînant des étés plus secs, les caryers devraient se cantonner à des stations présentant une bonne alimentation en eau dans lesquelles les espèces rencontrent actuellement leurs conditions optimales de croissance.

9 Références majeures

- Burns R.M., Honkala B.H. (1990). **Silvics of North America: Volume 2. Hardwoods.** United States Department of Agriculture (USDA), Forest Service, Agriculture Handbook 654.





Saule blanc

Silberweide^{DE}, Schietwilg^{NL}, White willow^{EN}

Salix alba L.

SAULE BLANC

1 Résumé

1.1 Atouts

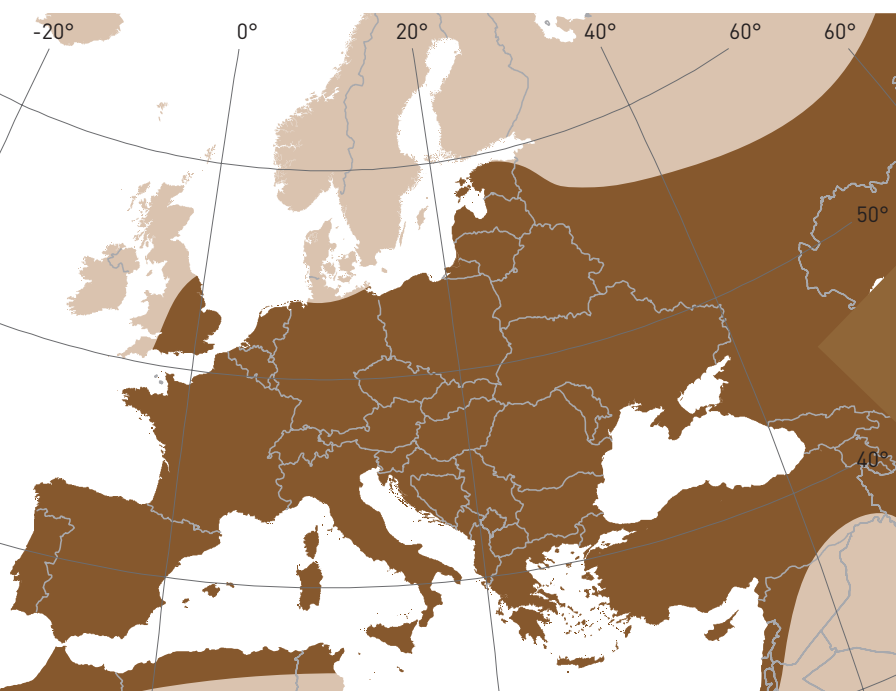
- Très tolérant à l'engorgement en eau du sol. De par son enracinement très ramifié, le saule blanc est capable de se maintenir sur des sols engorgés où les cultivars de peupliers ne sont pas en station. Il peut être utilisé pour la fixation des berges/talus et pour limiter l'érosion sur des pentes humides.
- Impact très positif sur l'écosystème forestier en général : fane améliorante, forte capacité d'accueil, source de nourriture pour la faune sauvage, mellifère, etc.
- Peut être utilisé pour des programmes d'assainissement des sols chargés en métaux lourds (phytoextraction).
- Sur station favorable, production rapide de bois.
- Essence à tempérament colonisateur, à bonne capacité de régénération.

1.2 Limites

- Essence très exigeante quant à l'approvisionnement en eau, qui doit impérativement être régulier et important. 😞
- Nécessite une richesse du sol importante, craint les stations acides.
- Essence très sensible aux dégâts de faune sauvage (abroustissement, écorcement et frottis).
- Essence sensible aux gelées, grands froids, neiges et givres, ce qui limite notamment son implantation en haute Ardenne.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Le saule blanc est une espèce indigène en Belgique. Il s'agit d'une essence à distribution eurasiatique. À l'exception des pays scandinaves, on retrouve le saule blanc à travers toute l'Europe. Sa limite méridionale correspond au nord du Maroc et de l'Algérie. À l'est, il s'étend jusqu'en Chine.

Généralement, le saule blanc se retrouve en mélange avec des peupliers ou d'autres feuillus. Dans les années '70, un peuplement pur d'environ 80 000 ha s'étendait dans les vallées du Danube et ses affluents, en Roumanie.

Sa distribution est principalement liée à la présence d'eau (rivières, plaines humides, zones marécageuses, etc.) en zones ouvertes (essence très héliophile).

- Aire principale
- Présence ponctuelle

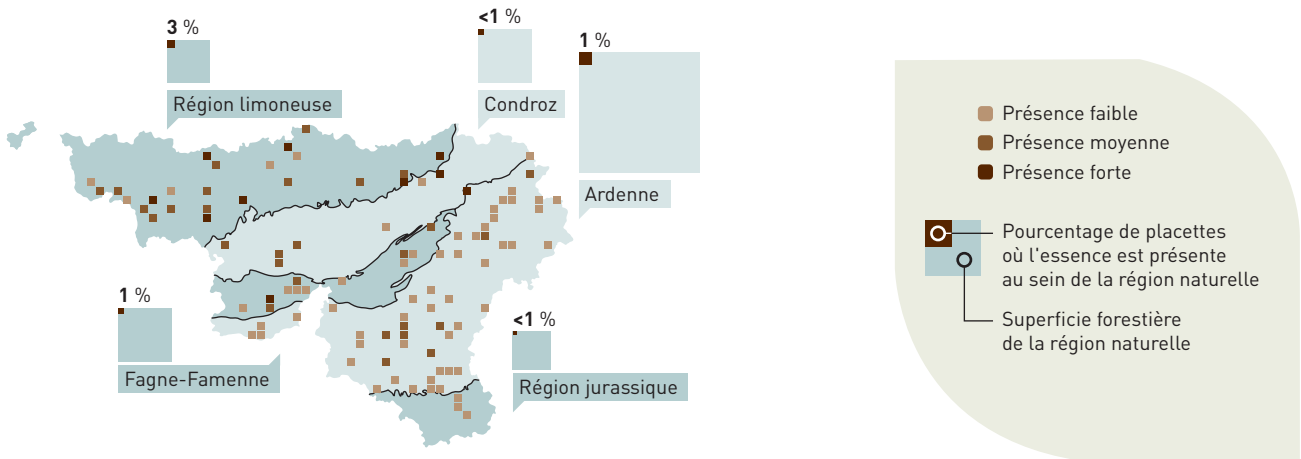
- ☺ Atout face aux changements climatiques
- ☹ Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Le genre *Salix* est composé de 300 espèces, dont 30 se retrouvent en Europe tempérée et 11 en Belgique. Les saules s'hybrident facilement entre eux, menant à des difficultés d'identification systématique jusqu'à l'espèce, de telle sorte que les saules belges ont le plus souvent été inventoriés au niveau du genre *Salix*. Le saule blanc est bien représenté dans les différentes

zones bioclimatiques de Wallonie, mais est plus rare sur le plateau ardennais.

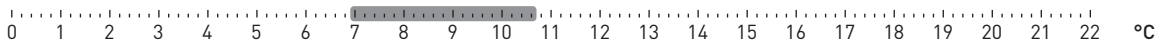
En Wallonie, on le trouve essentiellement le long des cours d'eau et dans les zones humides, souvent en mélange avec le frêne et l'aulne. C'est d'ailleurs la 3^{ème} essence des cordons rivulaires en dehors de l'Ardenne.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : pas d'informations



Températures minimale et maximale absolues : pas d'informations



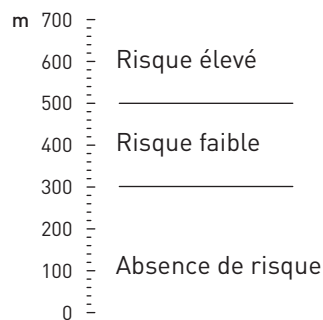
Précipitations annuelles totales : pas d'informations



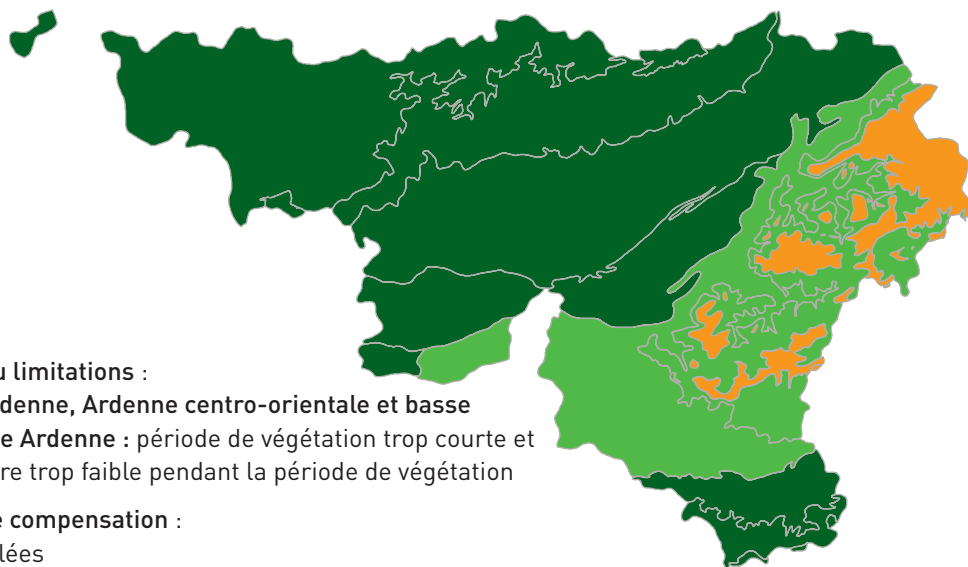
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

À partir de 300 m d'altitude, la croissance du saule blanc est ralentie par une période de végétation trop courte et des températures trop faibles pendant cette même période. Le saule blanc peut également souffrir des neiges lourdes qui peuvent casser ses branches. Les jeunes plants sont aussi sensibles aux gelées précoces et tardives.



3.3 Sensibilités climatiques particulières



Risques ou limitations :

- Haute Ardenne, Ardenne centro-orientale et basse et moyenne Ardenne : période de végétation trop courte et température trop faible pendant la période de végétation

Facteur de compensation :

basses vallées

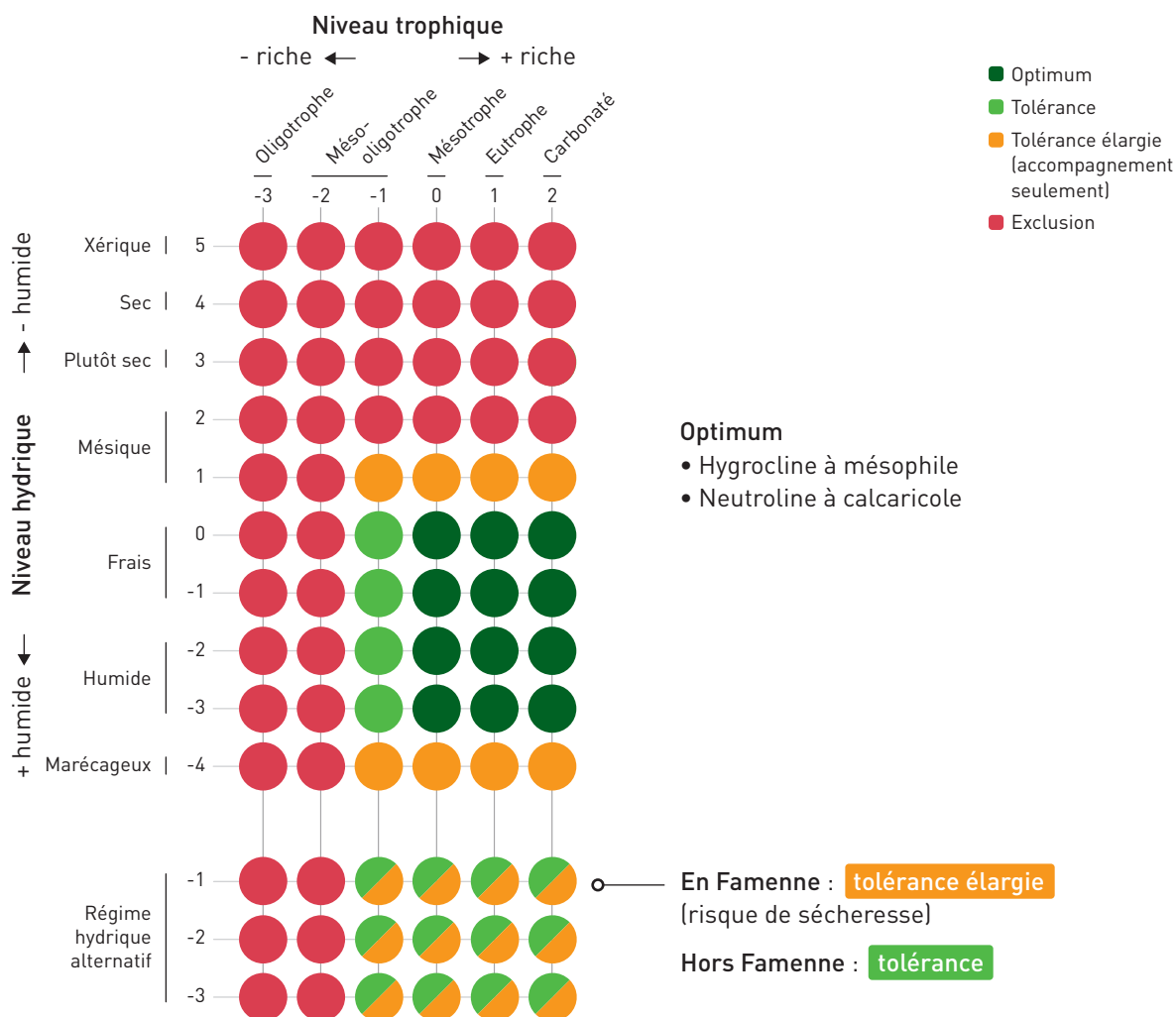
- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	S	
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	S	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	S	Supporte des épisodes de sécheresse courts
Adulte	S	
Canicule		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	S	Les neiges collantes et le givre peuvent endommager le houppier
Adulte	S	
Vent		
Juvenile	PS	Les vents forts peuvent casser les branches
Adulte	S	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sols carbonatés : **non sensible**

Acidité : **très sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzologique ● Profil g ou pH < 3,8	-3		Aucun	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur
Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzologique ● Profil f ou pH 3,8-4,5	-2			
Sol méso-oligotrophe ● pH 4,5-5	-1	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **peu sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4	Précipitations élevées (Ardenne)	Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif
Sol marécageux ● Drainage g	-4		Hydromorphie non fonctionnelle	Sondage pédologique

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **peu sensible** 😊

Risque principalement lié à la sécheresse estivale.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage d, h, i	-1 à -3 RHA	Sol peu profond : phases 2 ou 3 « Argiles blanches »* (famille des sigles Gix et Ghx) Contexte schisto-argileux de Famenne	Sol limoneux profond Sol bien structuré, principalement en contexte calcaire : marne, macigno, argile de décarbonatation, etc. Sol meuble Apports d'eau locaux importants (microtopographie) : zone de source ou de suintement	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).Déficit hydrique : **très sensible** 😞

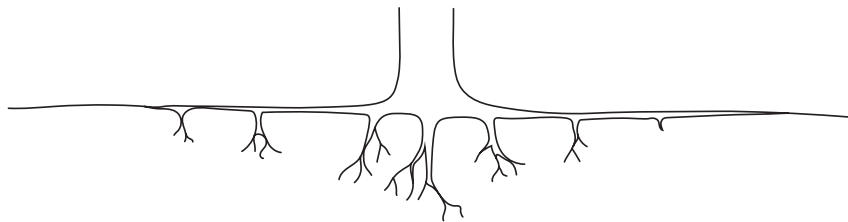
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5	Précipitations faibles (hors Ardenne-)	Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité et de structure
Sol très superficiel ou superficiel ● Phase 6	5			
● Sol mésique à xérique	2-5			
● Sol mésique	1	Précipitations faibles (hors Ardenne-)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevée (Ardenne) Présence d'argile en profondeur : substrat u, développement de profil a et pour textures L, A et E, variante de matériau parental meuble y	

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Traçant, très ramifié et étendu



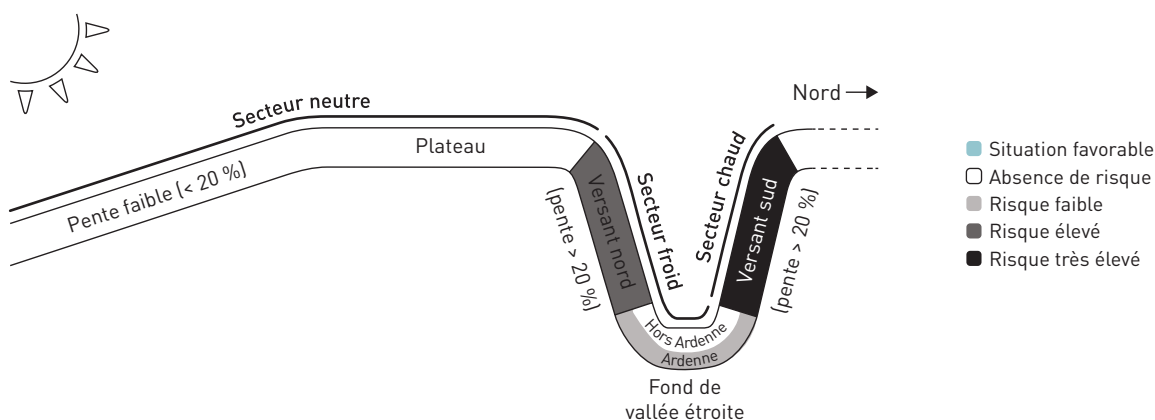
Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **peu sensible**, il résiste mieux que les peupliers dans des sols immergés pendant plusieurs mois.
- Compacité du sol : **sensible**

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable
Substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Test de structure (sols argileux)
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis

Bon à savoir : de par son enracinement très ramifié, le saule blanc constitue un bon fixateur des sols. Il est d'ailleurs fréquemment utilisé pour limiter l'érosion des sols par le ruissellement.

4.4 Effets des microclimats topographiques



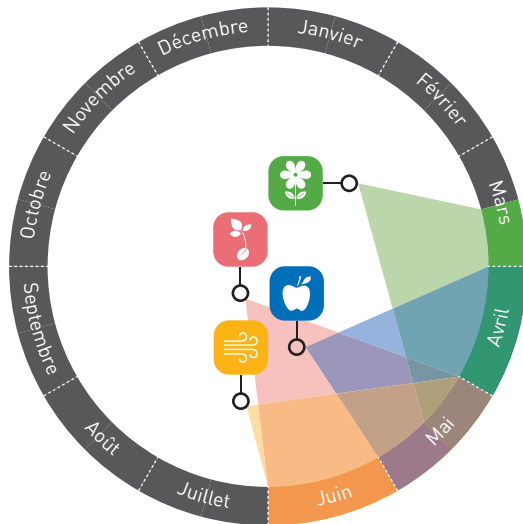
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Risque de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée, manque d'ensoleillement (essence héliophile).
Fond de vallée étroite	<input type="checkbox"/> • Hors Ardenne : absence de risque. <input checked="" type="checkbox"/> • Ardenne : risque faible , manque d'ensoleillement (essence héliophile), gelées précoces et tardives (stade juvénile).
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Risque très élevé. Risque important de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : mi avril à mi octobre.

Régénération sexuée



Régénération asexuée

- Des variations importantes du niveau des eaux de surface et des dégâts mécaniques peuvent stimuler les bourgeons au niveau des racines et des tiges. La régénération asexuée peut donc se faire naturellement ou artificiellement par le bouturage de l'espèce ou par le biais de rejets. Il est également possible de marcotter l'espèce.
- Les castors contribuent au transport de fragments viables de saules vers des zones favorables aux abords des rivières, contribuant ainsi à la dispersion de l'espèce.
- En régénération artificielle, le bouturage est pratiqué régulièrement.

5.2 Croissance et productivité

- **Croissance** : précoce, rapide et soutenue.
- **Hauteur à maturité (m)** : 25 à 30 m.
- **Productivité (AMV m³/ha/an)** : non documentée en Wallonie.
- **Longévité** : 120 ans (âge maximum en forêt).
- **Exploitabilité** : non définie, variable selon les objectifs de production (bois, biomasse).

Bon à savoir : en taillis à très courte rotation (technique culturale généralement adoptée pour produire du bois énergie), les saules peuvent produire en moyenne 6 à 13 tonnes de matière sèche par hectare et par an. Cette variation de rendement peut s'expliquer par le type de sol, la densité de plantation, la fertilisation, etc.

Maturité sexuelle : **non renseignée**.

Type de fleurs : **unisexuée (châtons)**.

Localisation entre individus : **dioïque**.

Pollinisation : **entomogamie**.

Type de fruit : **capsule**.

Fréquence des fructifications : **1-2 ans**.

Mode de dissémination : **anémochorie, hydrochrie**.

Les graines sont orthodoxes et elles n'ont pas de dormance. Elles ont une durée de vie très courte mais la germination est très rapide et a lieu directement après la dissémination.

La colonisation sur sol minéral et humide est courante par ensemencement naturel.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

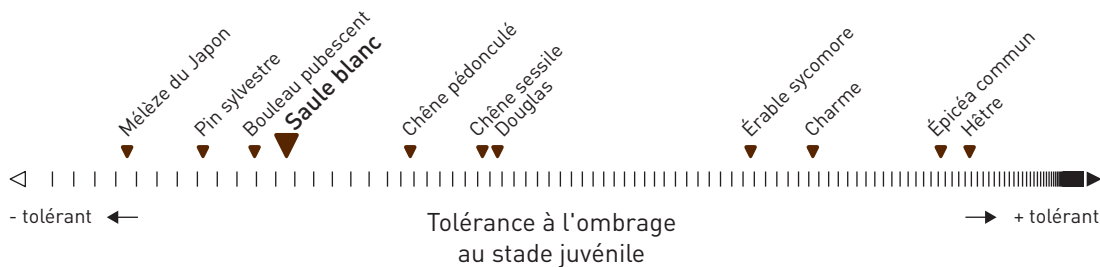
Intolérant à l'ombrage, héliophile.

Ne supporte aucun couvert supérieur, le saule blanc, espèce pionnière, colonise les zones ouvertes.

Stade adulte

Héliophile.

Exige la pleine lumière, supporte une compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclairement	Risque
Élevé	Aucun (essence héliophile)
Faible	Diminution de la croissance, mortalité
Mise en lumière brutale	Pas d'informations

5.4 Précautions à l'installation

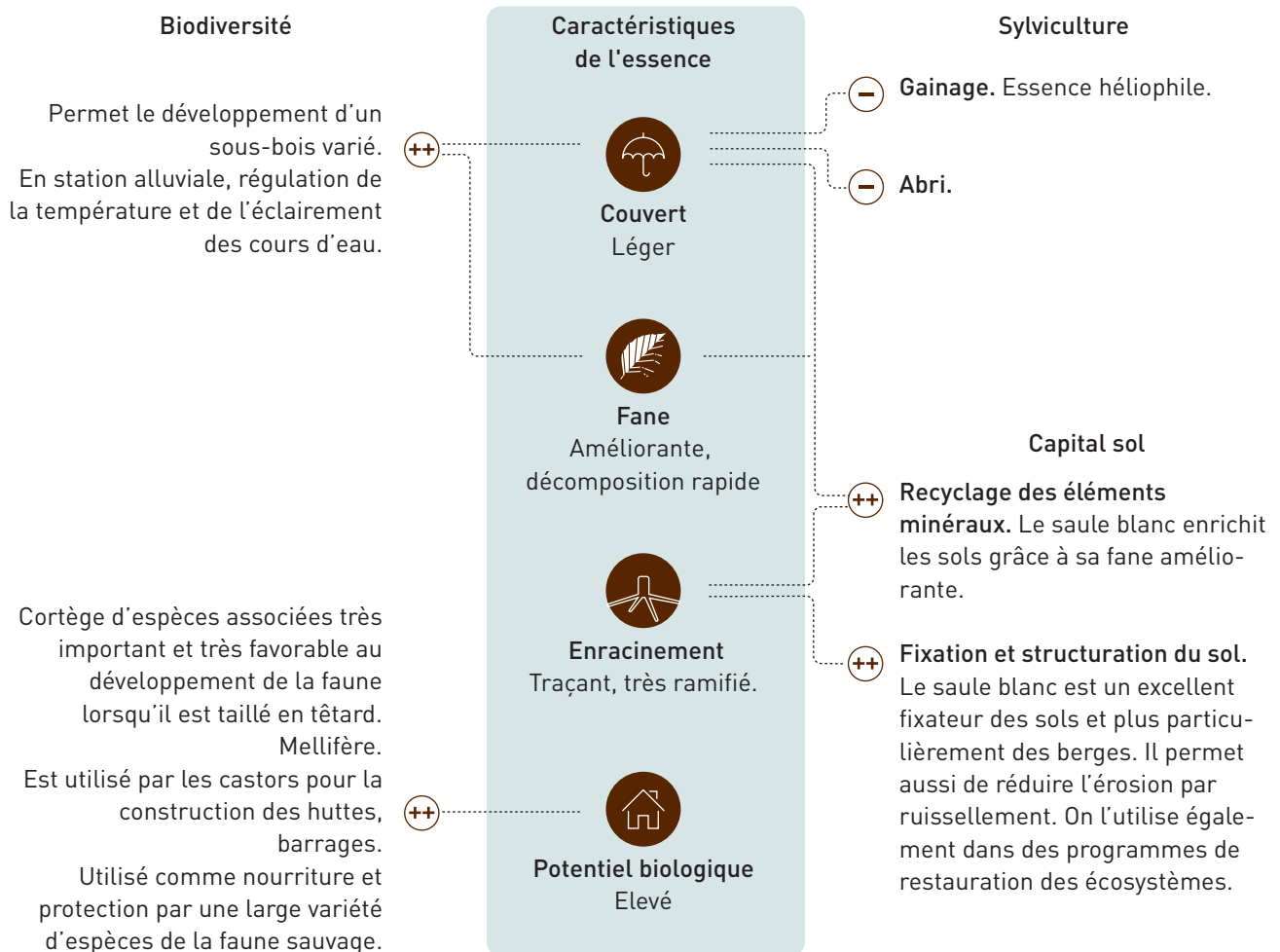
- L'installation artificielle de peuplements peut se faire aisément par bouturage.
- Veiller à ce que les racines aient un accès permanent à de l'eau.
- Essence héliophile, contrôler strictement la concurrence.
- Essence consommée par la faune sauvage, nécessitant une protection d'autant plus qu'elle est rare dans le paysage.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



Bon à savoir : les saules ont un bon potentiel d'extraction des métaux lourds présents dans le sol grâce à leur enracinement étendu et leur croissance rapide.

5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Décolorations importantes du bois et défauts graves	Agents pathogènes : bactérie <i>Erwinia salicis</i>	
Tronc miné	Agents pathogènes (entres autres : capricorne <i>Aromia moschata</i> ou chenilles de <i>Cossus cossus</i> et <i>Zeuzera pirina</i>)	
Gélivure (peu fréquent)	Gel intense	Choix de la station

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Forte	Le saule blanc constitue une source de nourriture de choix, notamment pour les castors. Les cerfs apprécient également le saule pouvant provoquer son déclin et celui de la biodiversité associée.
Écorcement	Forte	L'écorce est rongée par de nombreux rongeurs. Le saule blanc est écorcé par les ongulés (principalement le cerf)
Frottage	Forte	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

La tavelure du saule

Venturia saliciperda

Site d'attaque : feuilles et rameaux.

Symptômes et dégâts : dès le printemps : brunissement des feuilles, infection pouvant s'étendre à toute l'extrémité de pousses qui noircit rapidement puis meurt.

Conditions : printemps frais et humide.

Caractère : primaire – fréquent.

Risque : dispersion des spores par voie aérienne.

Conséquence : défoliation, retard de croissance, mortalité en cas d'attaques sévères.

L'antracnose du saule

Marssonina salicicola

Site d'attaque : feuilles et rameaux.

Conditions : printemps frais et humide.

Symptômes et dégâts : dès le printemps : taches noirâtres sur feuilles, lésions noires irrégulières sur rameaux, dessèchement des extrémités de rameaux.

Caractère : primaire – fréquent.

Risque : dispersion des spores par voie aérienne.

Conséquence : défoliation, perte de croissance.

Le chancre noir du saule

Glomerella cingulata

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : en fin de saison de végétation : chancres sur rameaux lignifiés, dépérissement de la partie au-delà du chancre, défoliation.

Conditions : printemps humides, stations humides.

Caractère : primaire - rare.

Risque : pour le peuplement (transmission des spores par voie aérienne).

Conséquence : retard de croissance, mortalité en cas d'attaques sévères.

La rouille du saule

Melampsora spp.

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : pustules oranges à la face inférieure des feuilles, chute prématurée du feuillage.

Conditions : conditions humides au cours de l'été.

Caractère : primaire - fréquent.

Risque : pour le peuplement (transmission des spores par voie aérienne).

Conséquence : retard de croissance.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent – généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.



Insectes

Pucerons du saule

en particulier *Tuberolachnus salignus*

Site d'attaque : tout l'arbre, en particulier sur l'écorce.

Symptômes et dégâts : colonies de pucerons parfois difficiles à détecter.

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire, fréquent.

Risque : individuel.

Conséquences : en cas de pullulations extrêmes : affaiblissement de l'arbre et perte de croissance.

Chrysomèles

e.a. *Phratora vulgatissima*, *Plagioderma versicolora*, etc.

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : tissus superficiels des feuilles grignotés, les petites nervures secondaires sont laissées intactes donnant parfois aux feuilles une apparence de dentelle.

Conditions : -

Caractère : primaire, très fréquent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : défoliations en cas de pullulation et (faible) perte de croissance associée.

(Pseudo-)chenilles défoliatrices de tenthrèdes

e.a. *Nematus pavidus*

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : feuilles entièrement rongées à l'exception du rachis et des nervures principales.

Conditions : -

Caractère : primaire, fréquent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : défoliations massives en cas de pullulation et (faible) perte de croissance.

Longicornes

e.a. *Saperda populnea*, etc.

Site d'attaque : branches (tronc).

Symptômes et dégâts : galeries au cœur des branches et du tronc provoquant parfois un renflement (chez *S. populnea*).

Conditions : -

Caractère : secondaire, assez rare.

Risque : individuel.

Conséquences : affaiblissement des arbres en cas d'infestations pendant plusieurs années, bris des branches fragilisées.

Cossus gâte bois

Cossus cossus

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans les troncs.

Sciure rejetée à l'extérieur de la galerie, suintements.

Grand orifice de sortie (de l'ordre du cm). Odeur forte (vinaigrée). L'exuvie nymphale reste souvent fixée près de l'orifice.

Conditions : arbres de toutes tailles, arbres d'alignement.

Caractère : primaire / de faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : à terme : mort.

Zeuzère

Zeuzera pyrina

Site d'attaque : branches et parfois tronc d'arbres jeunes.

Symptômes et dégâts : galeries dans les branches.

Ponte au niveau d'un bourgeon ou d'un pétiole. La chenille s'introduit dans la branche et peut poursuivre jusqu'au tronc. Fanaison de la branche, éventuellement mort de l'arbre.

Conditions : arbres de toutes tailles mais souvent arbres jeunes.

Caractère : primaire / de faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : à terme : mort.

Remarque : avec les chênes, les saules sont les arbres qui abritent la plus grande diversité d'insectes sous nos climats. Les choix fait ici sont forcément restreints. Les saules abritent notamment des dizaines d'organismes provoquant des galles, parfois spectaculaires, qui ont été exclues ici. Leur importance économique étant probablement limitée. Par ailleurs les saules sont des arbres en général très volontaires et sont souvent capables de supporter de fortes défoliations et autres attaques.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		
Utilisations extérieures		Bois non durable : classe 5.
Utilisations intérieurs	✓	Placage, contreplaqué, sciage pour menuiserie d'intérieur, moulures et cadres
Usages spécifiques	✓	Les caractéristiques du bois du saule blanc le rendent approprié pour les industries du papier. Bois d'industrie, trituration. De par la texture fine, la légèreté, l'élasticité et la résistance aux impacts de son bois, le saule blanc est potentiellement destiné à des usages spécifiques : équipements sportifs (battes de cricket avec <i>S. alba</i> var. <i>caerulea</i>), localement certains manches d'outils, bois de sculpture, saboterie, vannerie (utilisation des rejets), fabrication d'allumettes, emballages légers, caisserie, palettes, combustible pour pizzerias et boulangeries...

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques

Dans ses stations alluviales, une augmentation des températures pourrait lui conférer une meilleure productivité. Cependant, le saule blanc étant sensible à la sécheresse, il faudra lui réserver les stations présentant une alimentation en eau continue.

Il faut aussi noter que, depuis des millions d'années, les saules se sont montrés être particulièrement résilients et capables de s'adapter rapidement face aux changements environnementaux.

9 Références majeures

- FAO (2014). **Poplars and Willows : Trees for Society and the Environment**. In : Isebrands J.G. and Richardson J. (eds.), p. 92-107.
- Houston Durrant T., de Rigo D. et Caudullo G. (2016). **Salix alba in Europe : distribution, habitat, usage and threats**. European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, p. 168.
- Leclercq A. (1997). **Wood quality of white willow**. Bio-technol. Agron. Soc. Environ. 1(1) : 59-64.





Sorbier des oiseleurs

Eberesche^{DE}, Wilde lijsterbes^{NL}, Mountain ash (rowan tree)^{EN}

Sorbus aucuparia L.

1 Résumé

1.1 Atouts

- Bonne essence d'accompagnement, aux **rôles très positifs dans l'écosystème** forestier : capacité d'accueil, fane de bonne qualité, recyclage des éléments minéraux via son enracinement profond.
- **Peu exigeant vis-à-vis des conditions de sol** :
 - Maintient un très bon niveau de productivité dans les milieux **très pauvres et très acides**.
 - Très tolérant vis-à-vis des **stations sèches**. 😊
- Très robuste vis-à-vis des facteurs climatiques en général : **gelées précoces et tardives, neige et givre, vent**.
- **Rejette de souche** très vigoureusement.
- **Fructification** abondante et germination aisée.
- Forte attractivité vis-à-vis de la faune sauvage, ce qui permet alors de la détourner de l'essence objectif. Bon indicateur de la pression de la faune sauvage.

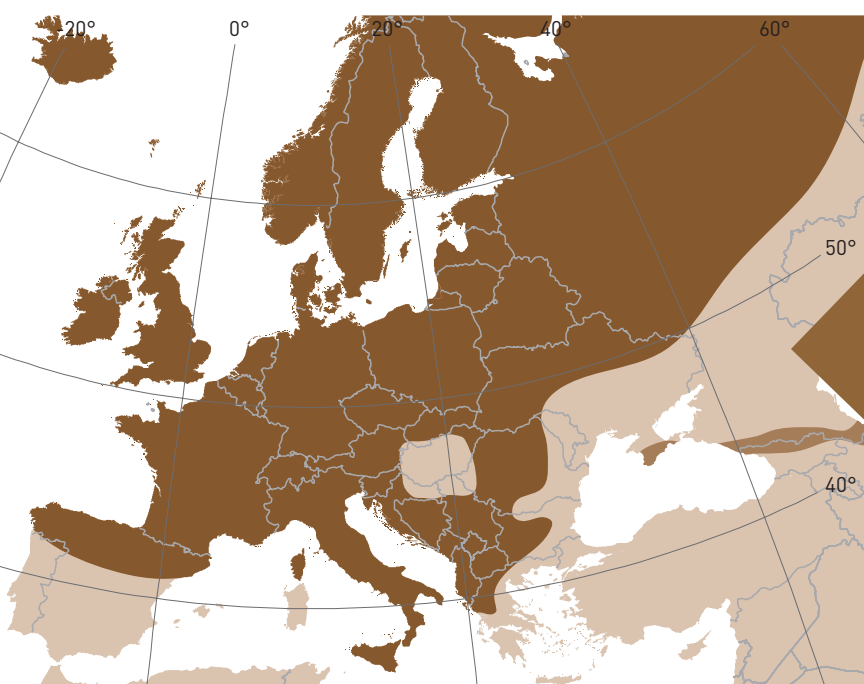
- **Bois** de très haute qualité potentielle.
- Essence présentant un bon potentiel d'avenir dans le cadre des **changements climatiques**. 😊

1.2 Limites

- Tendance à la **branchaison** importante.
- **Très attractif pour la faune**, nécessite une protection en vue d'une production de grumes.
- **Pourriture précoce du tronc**, imposant une révolution courte.
- **Calcarifuge**.
- Malgré la qualité de son bois, il est actuellement **peu valorisé** en contexte wallon, hormis pour les marchés de niche.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Le sorbier des oiseleurs dispose d'une large aire de répartition naturelle : depuis l'Islande jusqu'à l'ouest de Russie et du nord-est de l'Afrique (Maroc) jusqu'en Turquie et le nord de l'Iran.

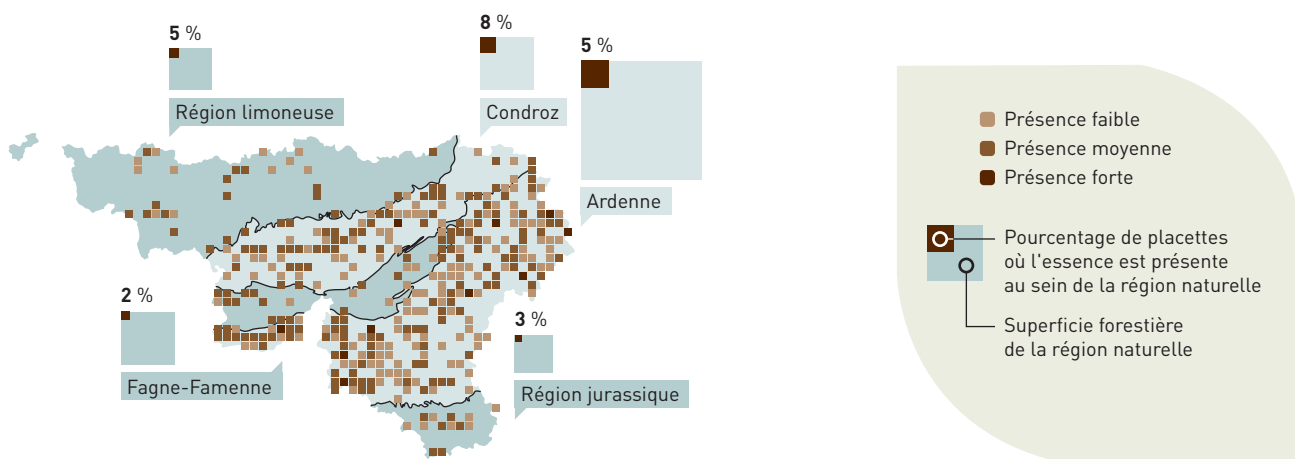
L'essence est très commune dans les montagnes françaises mais plus disséminée en plaines. Elle apparaît également en haute montagne au Maroc et dans le nord de l'Asie mineure.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

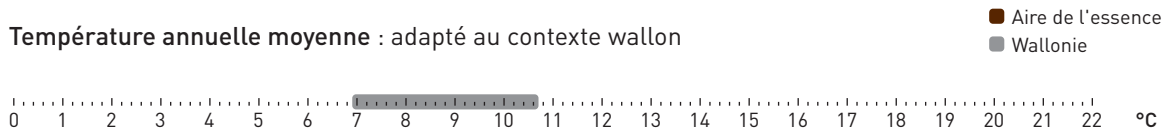
Cette espèce ne se retrouve que de manière disséminée au sein de forêts dominées par d'autres espèces et plus particulièrement dans des peuplements à dominance d'essences feuillues (60 % des cas). Des individus de *Sorbus aucuparia* sont retrouvés dans 5 % en moyenne des forêts wallonnes et de manière équivalente selon les régions naturelles.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

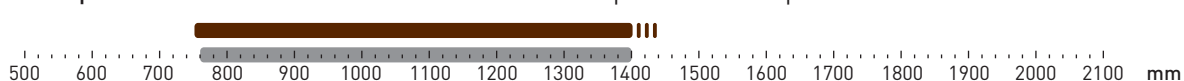
Température annuelle moyenne : adapté au contexte wallon



Températures minimale et maximale absolues : min. -36 °C

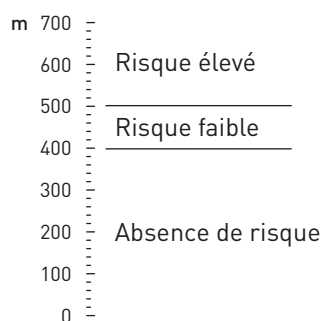


Précipitations annuelles totales : min. 750 mm mais peut survivre à partir de 300 mm

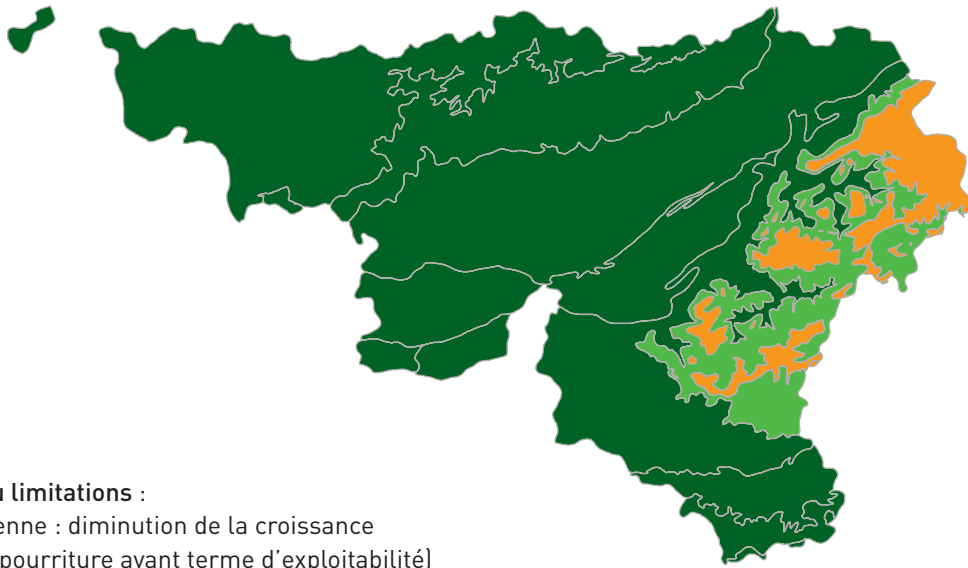


3.2 Compatibilité altitudinale

À partir de 400 m d'altitude, le sorbier des oiseleurs présente un risque important de pourriture avant d'atteindre le terme d'exploitabilité.



3.3 Sensibilités climatiques particulières

**Risques ou limitations :**

Haute Ardenne : diminution de la croissance
(risque de pourriture avant terme d'exploitabilité)

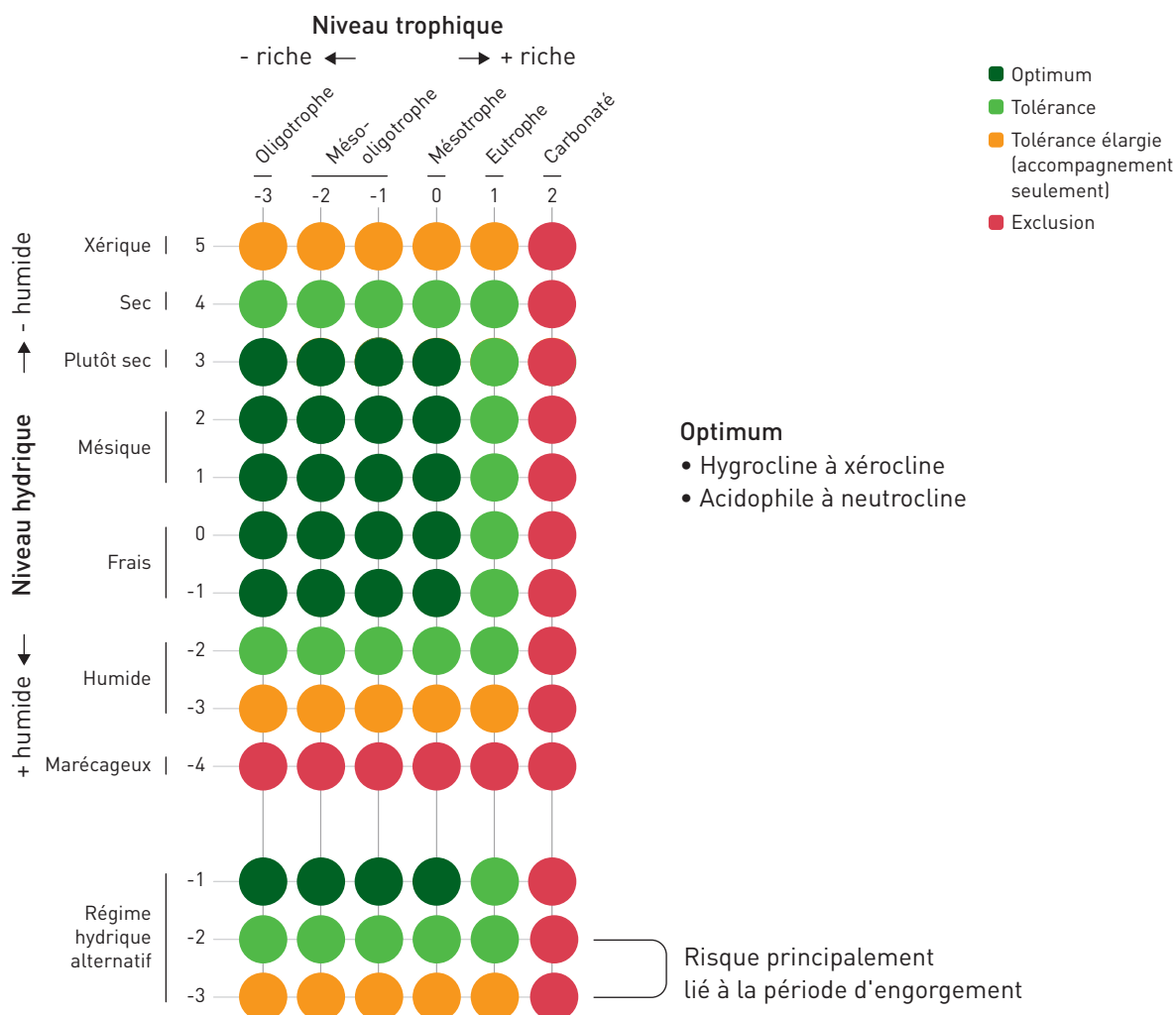
Facteur de compensation : aucun

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	S	Nécessite une bonne répartition des précipitations tout au long de l'année
Adulte	S	
Canicule		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sols carbonatés : **sensible** (diagnostic complémentaire : test pH sur terre fine et mesure pH).

Acidité : **non sensible**

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4		Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif
Sol marécageux à humide ● Drainage g	-4			
Sol très humide à modérément humide ● Drainage f,i ● Drainage e, h	-3 -2	Précipitations élevées (Ardenne)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	Sondage pédologique

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible**

Risque principalement lié à la période d'engorgement.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA	Apports d'eau locaux importants (microtopo- graphie) : cuvette, zone de source « Argiles blanches »* (famille sigles Gix et Ghx) Précipitations élevées (Ardenne)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré Ressuyage rapide au printemps	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)
● Drainage h	-2 RHA			

* Se référer à la fiche « Sols à argiles blanches », Typologie et aptitudes stationnelles (Timal et al. 2012).

Déficit hydrique : **peu sensible** 😊

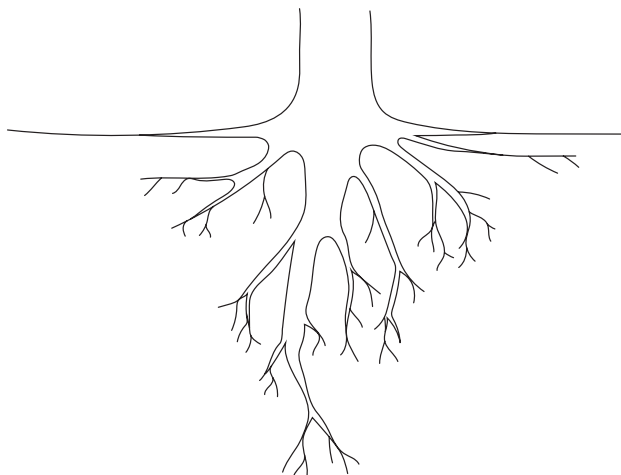
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Aucun	Position topographique
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5			
● ● Sol sec à xérique	4-5	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Nappe d'eau en profon- deur Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	Sondage pédologique profond Test de compacité

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

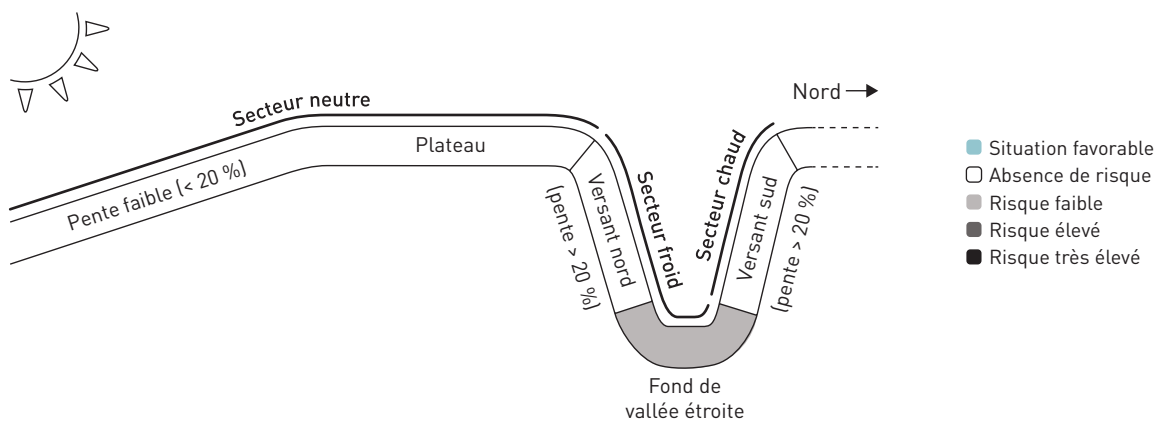
- Pivotant et traçant 😊



Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : sensible
- Compacité du sol : peu sensible 😊

4.4 Effets des microclimats topographiques



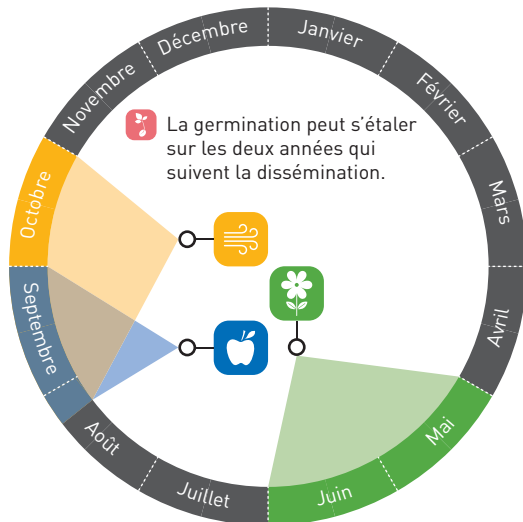
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Manque d'ensoleillement (essence héliophile)
Versant sud	<input type="checkbox"/> Absence de risque.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : Avril à mi-octobre.

Régénération sexuée



Floraison



Fructification



Dissémination



Germination

Régénération asexuée

Le sorbier des oiseleurs a une forte capacité de multiplication végétative : drageonnement, rejets de souche et le marcottage.

5.2 Croissance et productivité

- **Croissance** : précoce, rapide et non soutenue.
- **Hauteur à maturité (m)** : 15 à 20 m en général (maximum observé à 28 m).
- **Productivité (AMV m³/ha/an)** : sans objet, sylviculture d'arbre (peu productif).
- **Longévité** : 120 ans.
- **Exploitabilité** : pas plus de 50 ans (avant l'apparition de pourriture).

Maturité sexuelle : **10 ans**.

Type de fleurs : **hermaphrodite en corymbe**.

Localisation entre individus : **monoïque**.

Pollinisation : **entomogamie**.

Type de fruit : **baie (sorbe)**.

Fréquence des fructifications : **annuelle**.

Mode de dissémination : **barochorie et surtout endozoochorie (oiseaux frugivores et mammifères)**.

Les graines sont orthodoxes avec une dormance profonde. Un dépulpage rapidement après la récolte est conseillé car la pulpe a des effets inhibiteurs sur la germination. Pour lever la dormance, les graines ont besoin d'une petite phase chaude (2 à 4 semaines à 20 °C) et ensuite d'une phase froide (+3 °C) qui peut aller de 14 à 30 semaines.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

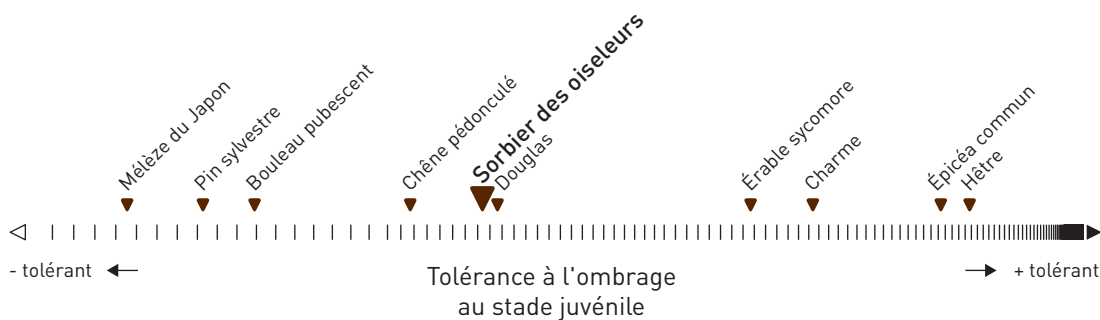
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Supporte un couvert supérieur léger uniquement pendant les premières années.

Stade adulte

Exige la pleine lumière, supporte une compétition latérale faible mais bénéficie d'une croissance libre.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclairement	Risque
Élevé	Développement d'un port en chandelier
Faible	Limitation de la croissance
Mise en lumière brutale	Aucun

5.4 Précautions à l'installation

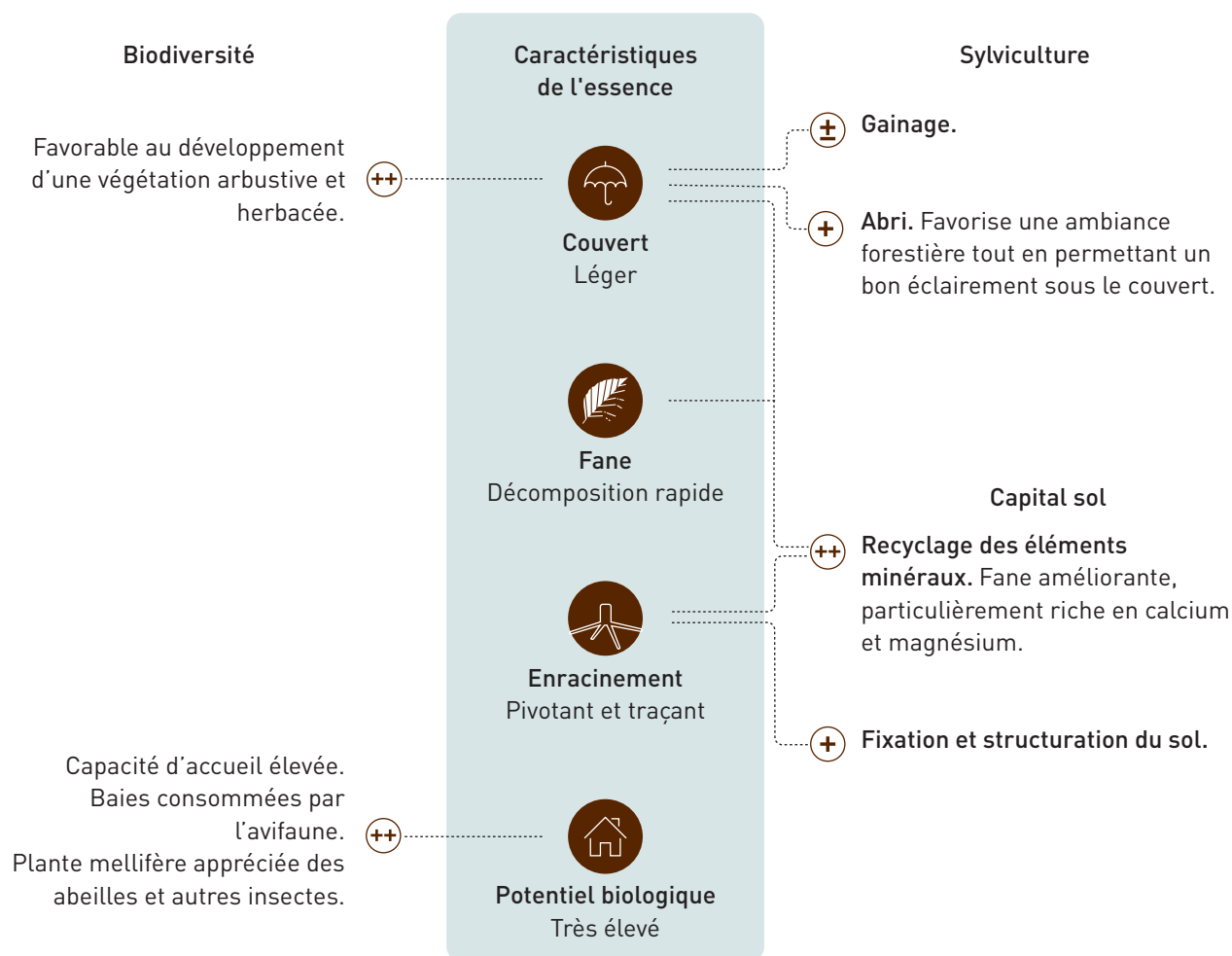
- Essence disséminée, à installer par bouquets en mélange avec d'autres espèces.
- Essence très appétante, à protéger contre les dégâts de la faune sauvage.
- Essence exigeante en lumière, veiller à conserver un éclairage suffisant par rejet ou par germination.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Ramification abondante	Excès de lumière	Nombreuses tailles de formation

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Forte	Protection indispensable
Écorcement	Forte	
Frottage	Forte	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

La tavelure

Venturia inaequalis

Site d'attaque : feuilles et rameaux.

Symptômes et dégâts : taches foliaires et petits chancres sur rameaux en cas de forte attaque.

Conditions : printemps humide.

Caractère : primaire – fréquent.

Risque : pour le peuplement (transmission des spores par voie aérienne).

Conséquence : défoliation précoce.

L'oidium

Podosphaera clandestina var. aucupariae

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : feutrage blanc sur feuilles, dessèchement et chute prématurée du feuillage.

Conditions : humidité importante et température modérée.

Caractère : primaire – moyennement fréquent.

Risque : dispersion des spores par voie aérienne.

Conséquence : retard de croissance.

La rouille grillagée

Gymnosporangium tremelloides

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : taches oranges à la face supérieure des feuilles (printemps). Excroissances fusiformes à la face inférieure des feuilles (été).

Conditions : présence de genévriers à proximité (hôte alternant).

Caractère : primaire – peu fréquent.

Risque : dispersion par voie aérienne vers genévrier (hôte alternant).

Conséquence : pas d'effet notable.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent - généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.



Insectes

Pucerons cendré du sorbier

Dysaphis sorbi

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : forte déformation des feuilles (galles) qui abritent des pucerons gris.

Conditions : peut attaquer des arbres sains.

Caractère : primaire.

Risque : individuel.

Conséquences : effet généralement négligeable bien que les déformations puissent être spectaculaires.

Cossus gâte bois*Cossus cossus*

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans les troncs.

Sciure rejetée à l'extérieur de la galerie, suintements.

Grand orifice de sortie (de l'ordre du cm). Odeur forte (vinaigrée). L'exuvie nymphale reste souvent fixée près de l'orifice.

Conditions : arbres de toutes tailles, arbres d'alignement.

Caractère : primaire – de faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : à terme : mort.

Zeuzère*Zeuzera pyrina*

Site d'attaque : branches et parfois tronc d'arbres jeunes.

Symptômes et dégâts : galeries dans les branches. Ponte au niveau d'un bourgeon ou d'un pétiole. La chenille s'introduit dans la branche et peut poursuivre jusqu'au tronc. Fanaison de la branche, éventuellement mort de l'arbre.

Conditions : arbres de toutes tailles mais souvent arbres jeunes.

Caractère : primaire – de faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : à terme : mort.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	
Utilisations extérieures		
Utilisations intérieures	✓	Menuiserie, contreplaqués
Usages spécifiques	✓	Instrument de musique, tournerie, papeterie, jouets, outils

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☺

De par sa bonne résistance à la sécheresse et au vent, sa distribution ne serait que peu modifiée par une augmentation des températures et/ou par une augmenta-

tion de la fréquence des événements climatiques extrêmes. Il faut néanmoins noter que les informations disponibles pour cette espèce sont rares.

9 Références majeures

- Drapier N. (1993). *Écologie et intérêt sylvicole de divers sorbus en France*. Revue Forestière Française 65(3) : 345-354.
- Raspé O., Findley C., Jacquemart A.-L. (2000). *Sorbus aucuparia* L. Journal of Ecology 88 : 910-930.





Alisier torminal

Elsbeere^{DE}, Elsbes^{NL}, Wild service tree^{EN}

Sorbus torminalis (L.) Crantz

1 Résumé

1.1 Atouts

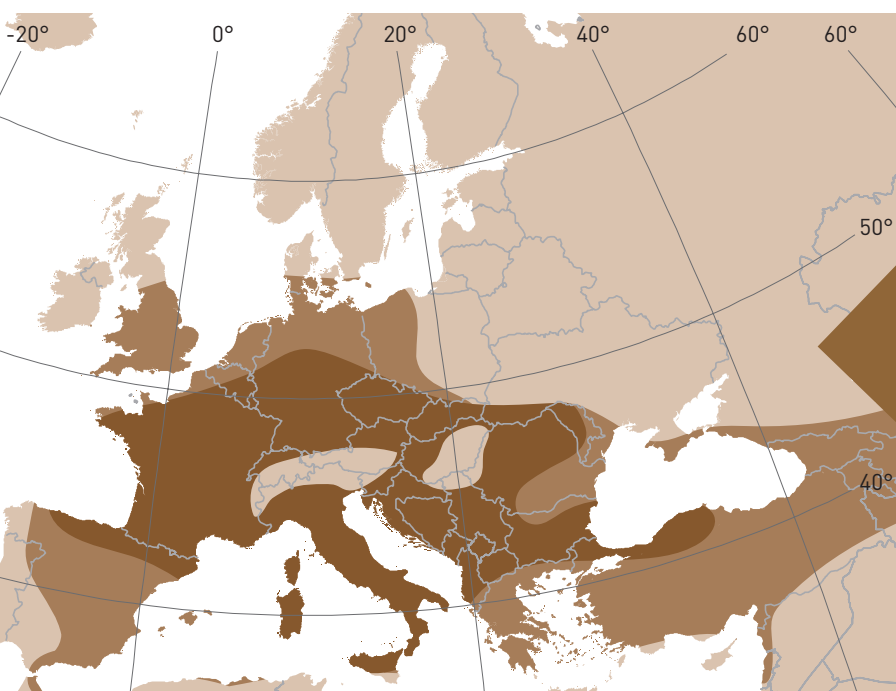
- Bois de qualité et de grande valeur, très recherché pour les filières de qualité.
- Bonne adaptation vis-à-vis des **stations à faible réserve en eau**, permettant la valorisation de milieux contraignants : sols superficiels ou très caillouteux, versants sud, etc. 😊
- Très robustes face aux facteurs climatiques en général : **gelées précoces et tardives, sécheresse et canicule, vent.** 😊
- Essence présentant un bon potentiel d'avenir dans le cadre des **changements climatiques.** 😊
- Indifférent à la présence de calcaire dans le sol.

1.2 Limites

- Espèce présentant un caractère **thermophile** en Wallonie, l'alisier est très sensible au déficit de chaleur en période de végétation, ce qui limite son implantation en Ardenne.
- Très sensible à l'**engorgement** du sol, il n'est à l'optimum que sur les stations bien drainées. 😞
- Très sensible à la **concurrence** exercée par les autres espèces.
- **Phototrope.** Forme fortement dépendante du dosage de la lumière.
- Essence particulièrement appréciée par la grande faune (abrutissement, écorcement et frottis).

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



L'aire de l'alisier torminal s'étend de l'Europe de l'ouest à l'Asie mineure, jusqu'en Afrique du nord (Maroc, Algérie) mais sa répartition y est disjointe. Aux étages des plaines et collines, l'alisier torminal présente une adaptation remarquable à des types de climats très variés : atlantique, subatlantique, continental plus ou moins océanique, supraméditerranéen, voire méditerranéen. En raison de ses besoins en chaleur, surtout pendant la période de végétation, il est exclu du nord de l'Europe et des massifs montagneux au-delà de 1000 m d'altitude.

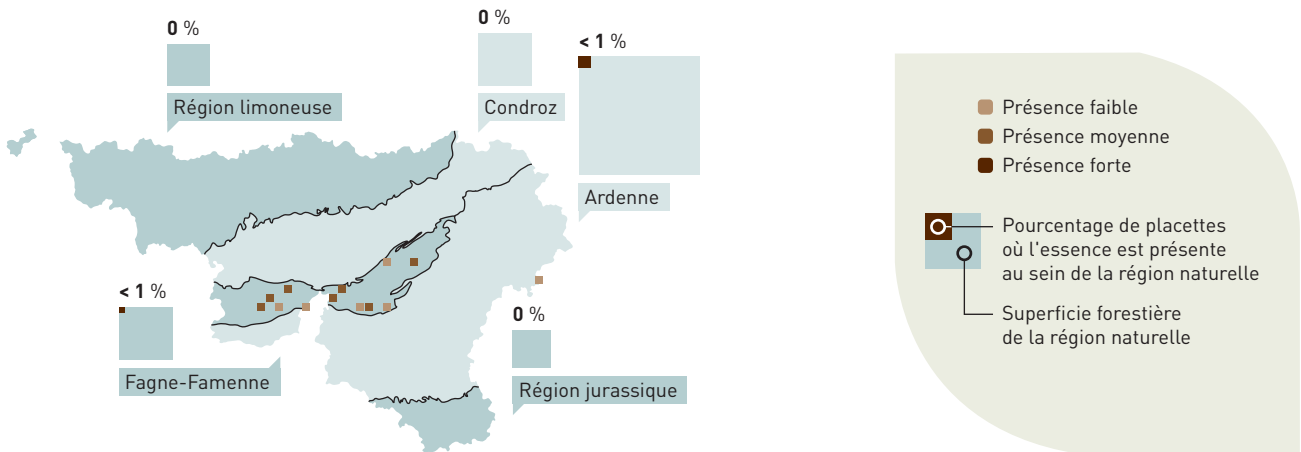
- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Présent sur moins d'un pourcent de la forêt régionale, l'alisier torminal est une espèce rare en Wallonie. En raison de ses exigences en chaleur pendant la période de végétation il y présente un caractère thermophile et se rencontre principalement dans les vallées mosanes du Condroz et de la Famenne, souvent sur stations calcaires ou schisteuses, sur les pentes bien exposées, ensoleillées et sèches.

On n'observe pas de grands peuplements purs d'alisiers, du fait d'une fragilité phytosanitaire et d'une certaine insociabilité de l'espèce vis-à-vis d'elle-même. L'alisier est donc disséminé, par pied ou par petits groupes, parmi d'autres essences feuillues.



3 Facteurs bioclimatiques

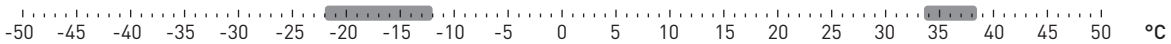
3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : pas d'informations



Températures minimale et maximale absolues : pas d'informations

- Peut tolérer de faibles températures hivernales
- Requier une quantité de chaleur importante durant la période de végétation

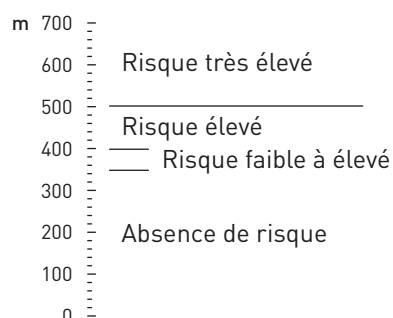


Précipitations annuelles totales : min. 600 mm

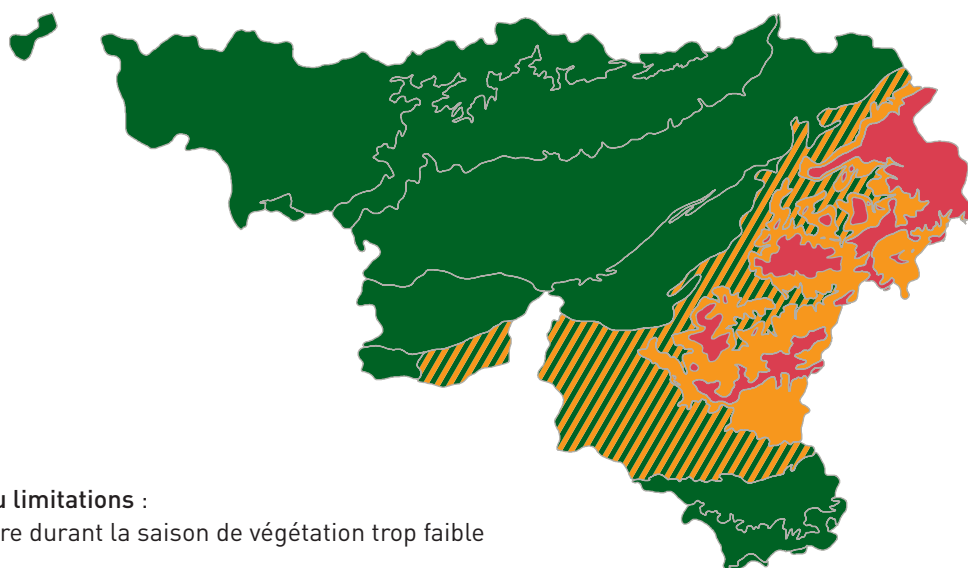


3.2 Compatibilité altitudinale

À partir de 350 m d'altitude, l'alisier torminal commence à souffrir d'un déficit de chaleur durant la saison de végétation.



3.3 Sensibilités climatiques particulières



Risques ou limitations :
température durant la saison de végétation trop faible

Facteur de compensation :
secteur chaud

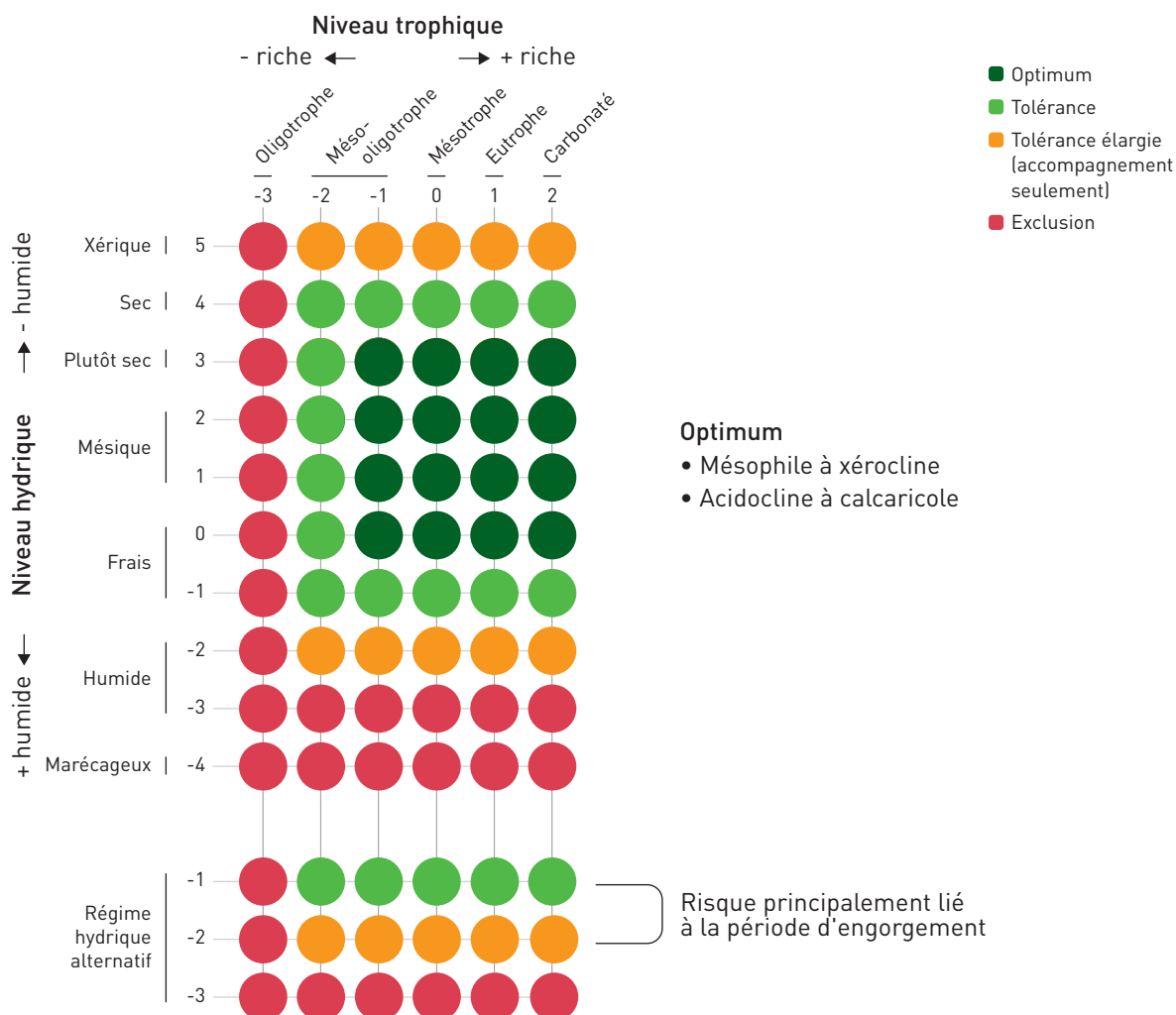
- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Canicule		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sols carbonatés: **non sensible**

Acidité : **sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3		Aucun	
Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique ● Profil f ou pH 3,8-4,5	-2	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **très sensible** 😞

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4		Aucun	Relevé floristique
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f,i	-4 -3			Régime hydrique effectif
Sol modérément humide à frais ● Drainage e, h ● Drainage d, D	-2 -1	Précipitations élevées (Ardenne) Texture compacte (E, U)	Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie > 60-70 cm (cas du drainage d) Sol meuble et/ou bien structuré	Sondage pédologique

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** 😞

Risque principalement lié à la période d'engorgement.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif
● Drainage h	-2 RHA	« Argiles blanches »* (sigle Ghx) Précipitations élevées (Ardenne)	Ressuyage rapide au printemps Sol meuble Sol bien structuré et/ou contexte calcaire (marne, macigno, argile de décarbonatation, etc.)	Contexte lithologique Test de texture
● Drainage d	-1 RHA	Apports d'eau locaux importants (microtopographie)	Hydromorphie non fonctionnelle Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie > 60-70cm (cas du drainage d)	Test de compacité Test de structure (sols argileux)

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).Déficit hydrique : **peu sensible** 😊

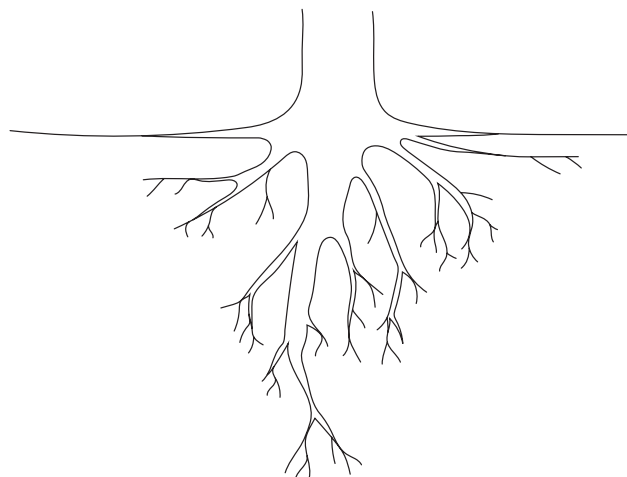
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Aucun	Position topographique
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Nappe d'eau en profondeur	Sondage pédologique profond
● ● Sol sec à xérique	4-5	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	Test de compacité et de texture

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Pivotant à oblique, puis tendant à devenir traçant
- Moyennement profond

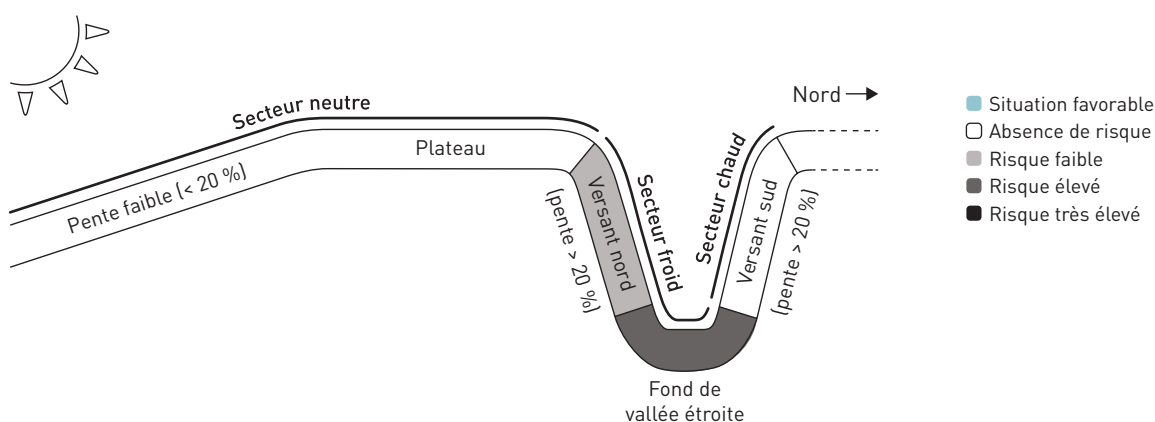


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : très sensible 😞
- Compacité du sol : sensible

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable Test de structure (sols argileux) Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis
Substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	

4.4 Effets des microclimats topographiques



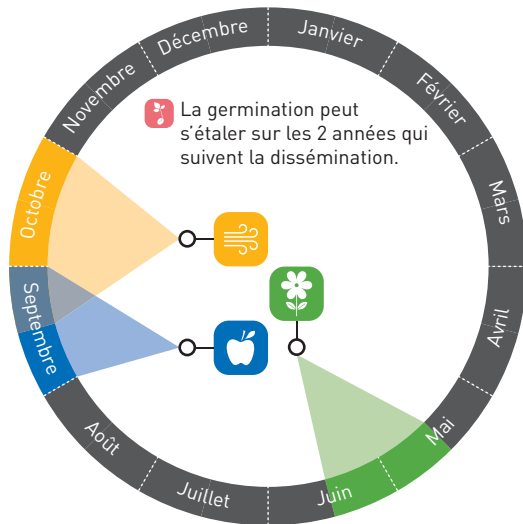
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Manque de chaleur.
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Élevé. Manque de chaleur, gelées tardives.
Versant sud	<input type="checkbox"/> Absence de risque.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : Mai à octobre.

Régénération sexuée



Floraison



Fructification



Dissémination



Germination

Régénération asexuée

Le renouvellement de l'alisier s'effectue surtout par drageonnement et ce, sur des distances importantes, jusqu'à 20-30 m de l'arbre-mère. La régénération naturelle par graines n'est pas fréquente.

5.2 Croissance et productivité

- **Croissance** : précoce, moyennement rapide et non soutenue.
- **Hauteur à maturité (m)** : couramment 15 à 25 mètres, mais peut atteindre 30 mètres dans les situations exceptionnelles.
- **Productivité (AMV m³/ha/an)** : non documentée en Wallonie (peu productif).
- **Longévité** : 200 à 300 ans.
- **Exploitabilité** : 100 à 120 ans (50 à 70 ans sur les meilleures stations).

Maturité sexuelle : **précoce**, à partir d'environ 15-20 ans.

Type de fleurs : **hermaphrodites en corymbes terminales**.

Localisation entre individus : **monoïque**.

Pollinisation : **entomogamie**.

Type de fruit : **alise (fausse drupe)**.

Fréquence des fructifications : **2 à 3 ans**.

Mode de dissémination : **barochorie et surtout endozoochorie**.

Les graines sont orthodoxes avec une dormance profonde. Un dépulpage rapidement après la récolte est conseillé. La dormance est levée par une phase chaude (20°C) de 4 semaines et une phase froide (3°C) de près de 24-30 semaines.

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Tolérance moyenne à l'ombrage.

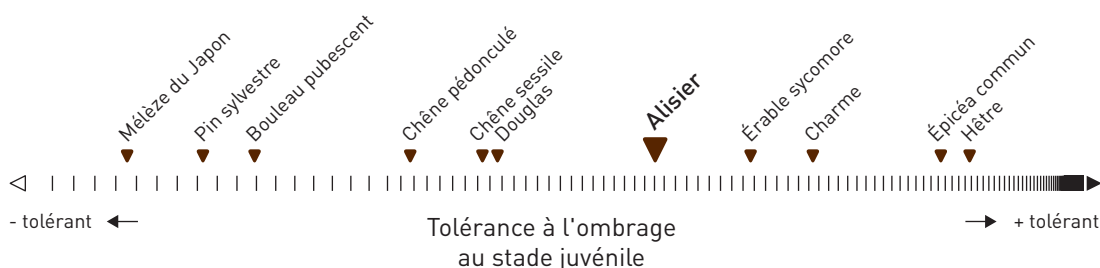
Supporte un couvert supérieur léger uniquement pendant les premières années.

Remarques

- Incertitudes dans la littérature pour la tolérance à l'ombrage.
- Tolérance à l'ombrage plus marquée des drageons.

Stade adulte

Supporte une compétition latérale faible mais bénéficie de la pleine lumière.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Branchaison diffuse
Faible	Tendance moyenne au phototropisme Réduction très nette de la croissance, forme médiocre, mortalité
Mise en lumière brutale	Pas de risque : • Au stade adulte, très bonne capacité de réaction à l'éclaircie • Ne développe pas de gourmands

5.4 Précautions à l'installation

- Essence disséminée, à installer par bouquets en mélange avec d'autres espèces.
- Essence très appétante, à protéger contre les dégâts de cervidés et de rongeurs.
- Prévoir un abri en phase d'éducation pour limiter la branchaison et le développement de fourches.
- Espèce très sensible à la concurrence, en particulier sur les stations riches. Au stade grossissement du fût, veiller à maintenir le houppier en croissance libre.
- Eviter les stations engorgées près de la surface durant une longue période ou des stations à bilan hydrique très faible.

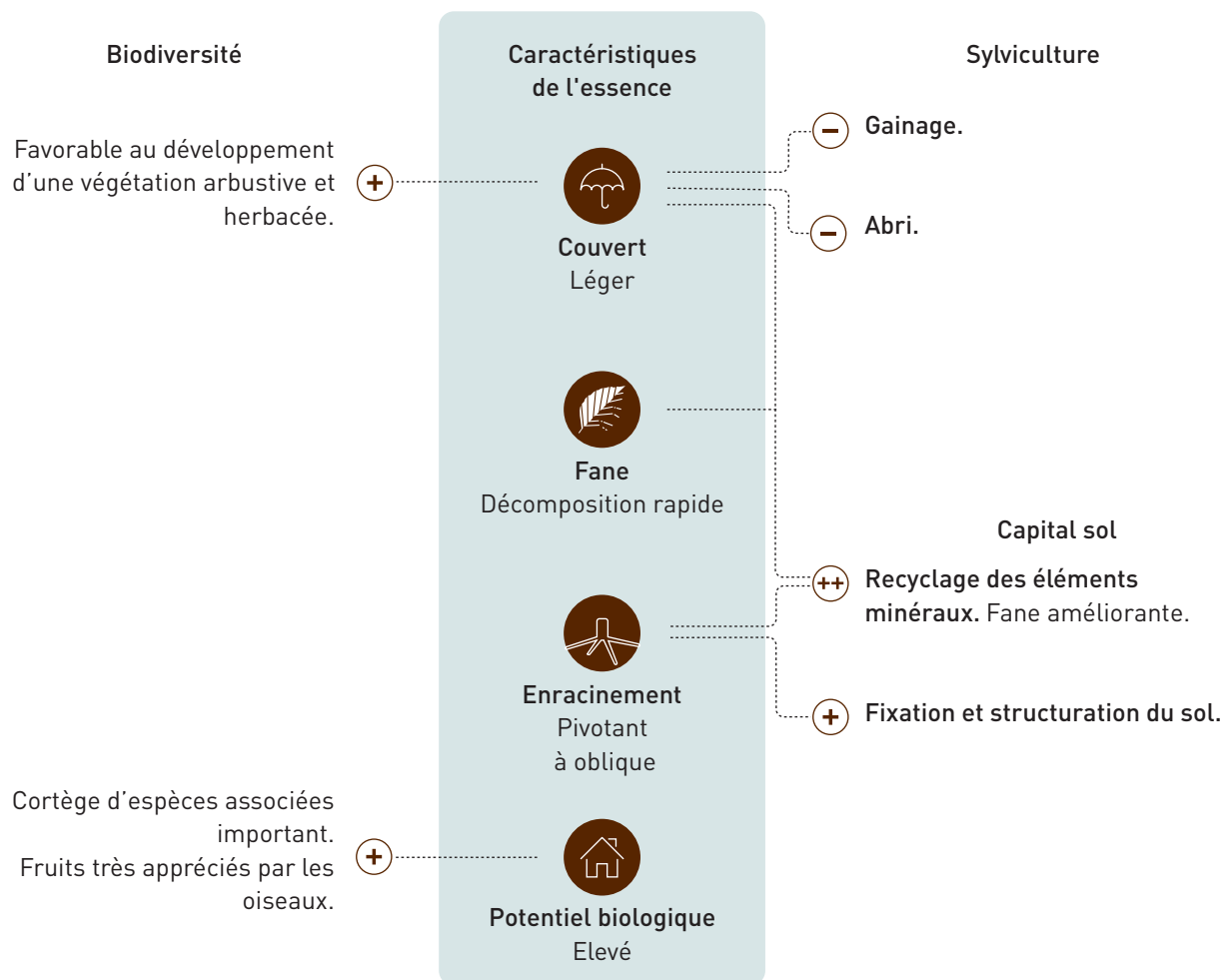
Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières :
Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW)
Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne
environnement.wallonie.be/orvert



Point d'attention : il convient d'exclure les provenances « fruitières » dans le cadre d'un objectif de production de bois.

5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Ramification abondante	Excès de lumière	Révolutions courtes
Fourchaison	Pleine lumière en phase de formation du fût	Gainage latéral Taille de formation
Gélivure		Choix de la station
Fibre torse	Génétique	Choix approprié de la provenance

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Forte	
Écorcement	Forte	
Frottage	Forte	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

La tavelure

Venturia inaequalis

Site d'attaque : feuilles et rameaux.

Symptômes et dégâts : taches foliaires et petits chancres sur rameaux en cas de forte attaque.

Conditions : printemps humide.

Caractère : primaire – fréquent.

Risque : pour le peuplement (transmission des spores par voie aérienne).

Conséquence : défoliation précoce.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent - généraliste.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.



Insectes

Pucerons cendré du sorbier

Dysaphis sorbi

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : forte déformation des feuilles (galles) qui abritent des pucerons gris.

Conditions : peut attaquer des arbres sains.

Caractère : primaire.

Risque : individuel.

Conséquences : effet généralement négligeable bien que les déformations puissent être spectaculaires.

Pucerons cendré de l'alisier

Dysaphis aucupariae

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : jaunissement des feuilles par plaques puis brunissement et chute.

Conditions : peut attaquer des arbres sains.

Caractère : primaire.

Risque : individuel.

Conséquences : en cas de pullulation chute précoce des feuilles, dessèchement des rameaux et affaiblissement de l'arbre.

Cossus gâte bois

Cossus cossus

Site d'attaque : tronc.

Symptômes et dégâts : galeries dans les troncs.

Sciure rejetée à l'extérieur de la galerie, suintements.

Grand orifice de sortie (de l'ordre du cm). Odeur forte (vinaigrée). L'exuvie nymphale reste souvent fixée près de l'orifice.

Conditions : arbres de toutes tailles, arbres d'alignement.

Caractère : primaire – de faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : à terme : mort.

Zeuzère*Zeuzera pyrina*

Site d'attaque : branches et parfois tronc d'arbres jeunes.

Symptômes et dégâts : galeries dans les branches. Ponte au niveau d'un bourgeon ou d'un pétiole. La chenille s'introduit dans la branche et peut poursuivre

jusqu'au tronc. Fanaison de la branche, éventuellement mort de l'arbre.

Conditions : arbres de toutes tailles mais souvent arbres jeunes.

Caractère : primaire – de faiblesse. Observé de manière récurrente sur divers feuillus.

Risque : individuel.

Conséquences : à terme : mort.

7 Valorisation potentielle du bois

Le bois de l'alisier torminal est remarquable. Dense, lourd, à cœur rougeâtre plus ou moins foncé avec un grain très fin lui conférant un beau poli. Malgré sa dureté, c'est un bois qui se travaille bien, tout en restant très stable. Ces spécificités lui valent des emplois en lutherie, marqueterie, pour la fabrication d'instruments de précision, de pièces mécanique. Il est particulièrement utilisé pour la production de placages décoratifs, après tranchage.

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		
Utilisations extérieures		
Utilisations intérieurs	✓	Placages
Usages spécifiques	✓	Lutherie, marqueterie, instruments de précision...

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques 😊

D'un point de vue abiotique, l'alisier torminal apparaît comme une essence bien armée pour faire face aux changements climatiques. Par ses besoins en chaleur durant la période de végétation, son installation pour-

rait bénéficier d'une augmentation de la température estivale, notamment en Ardenne. Par sa tolérance à la sécheresse, il est capable de valoriser des stations à réserve en eau réduite.

9 Références majeures

- Larrieu L., Gonin P., Coello J. (2012). Autécologie de l'Alisier torminal (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz), du Cormier (*Sorbus domestica* L.) et des autres sorbiers. Forêt-Entreprise 205 : 5-11.





Tilleul à petites feuilles

Kleinbladige Linde^{DE}, Winterlinde^{NL}, Small-leaved lime^{EN}

Tilia cordata MILL.

1 Résumé

1.1 Atouts

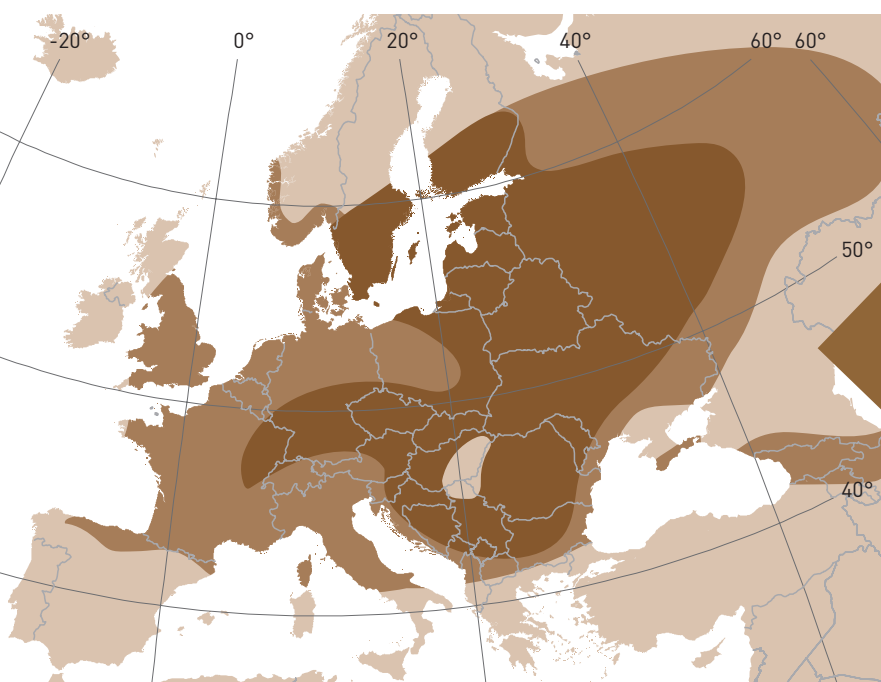
- Bonne **tolérance à la chaleur et à la sécheresse**, permettant la valorisation de milieux contraignants : sols superficiels et/ou très caillouteux, versants sud, etc. Essence présentant un grand potentiel d'avenir dans le contexte des **changements climatiques**. 😊
- Bonne essence **d'accompagnement** grâce à ses rôles positifs dans l'écosystème : gainage, fane de qualité, capacité de survie en sous-bois, enracinement favorable.
- **Enracinement très puissant**, particulièrement adapté aux sols rocheux et aux éboulis. Très bon fixateur de sol, recommandé pour la protection des sols sur fortes pentes.
- Peu sensible à la **compacité** des sols.

1.2 Limites

- Gamme de valorisation **du bois** restreinte (bois tendre, non durable).
- Essence peu adaptée aux **stations très acides**.
- Croissance ralentie pour les **altitudes supérieures à 400 m**, du fait d'un manque de chaleur en période estivale.
- Régénération naturelle peu efficace en raison du manque de chaleur.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



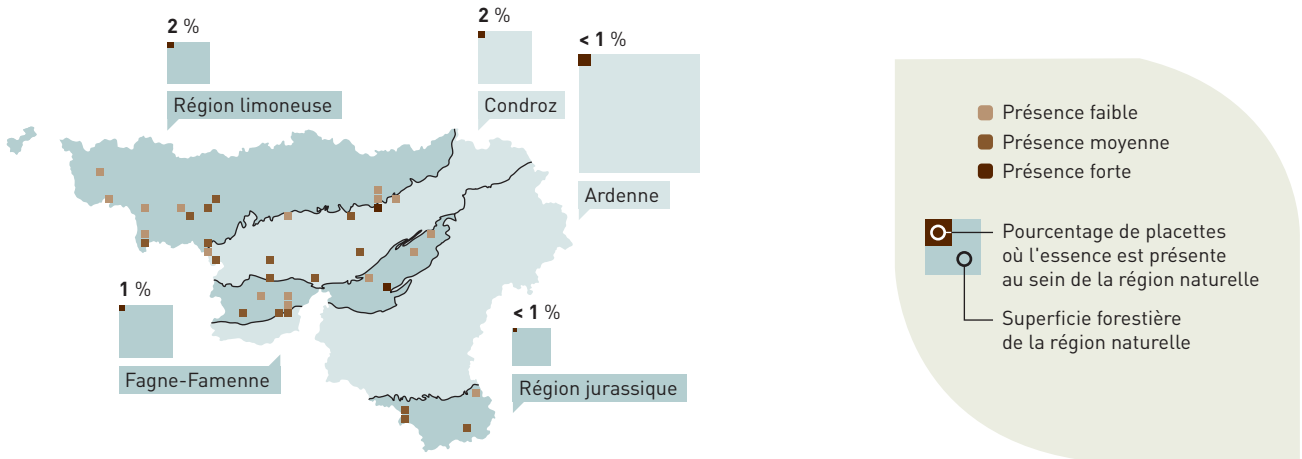
Essence indigène en Belgique. Distribution eurasiatique, à tendance continentale. L'espèce forme régulièrement des peuplements purs dans l'est de l'Europe, mais se présente de manière nettement plus disséminée à l'ouest.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

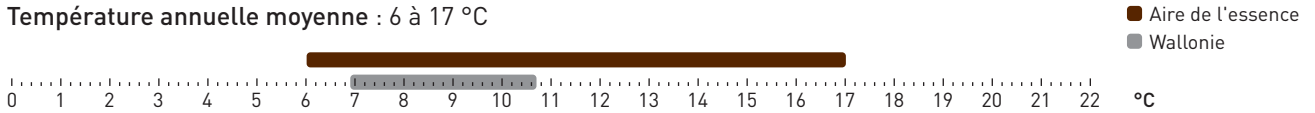
Le genre *tilia* (tilleuls à grandes feuilles et petites feuilles confondus) est présent sur moins de 1 % des surfaces forestières inventoriées de la forêt wallonne. Les espèces de ce genre se présentent de manière disséminée dans les peuplements, en mélange aux autres essences.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

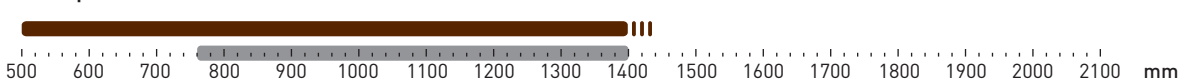
Température annuelle moyenne : 6 à 17 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -50 °C / max. 44 °C



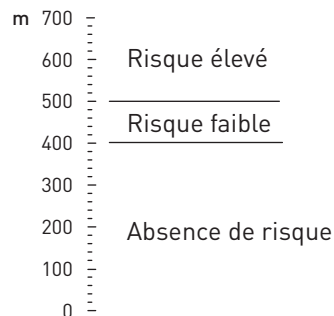
Précipitations annuelles totales : min. 500 mm



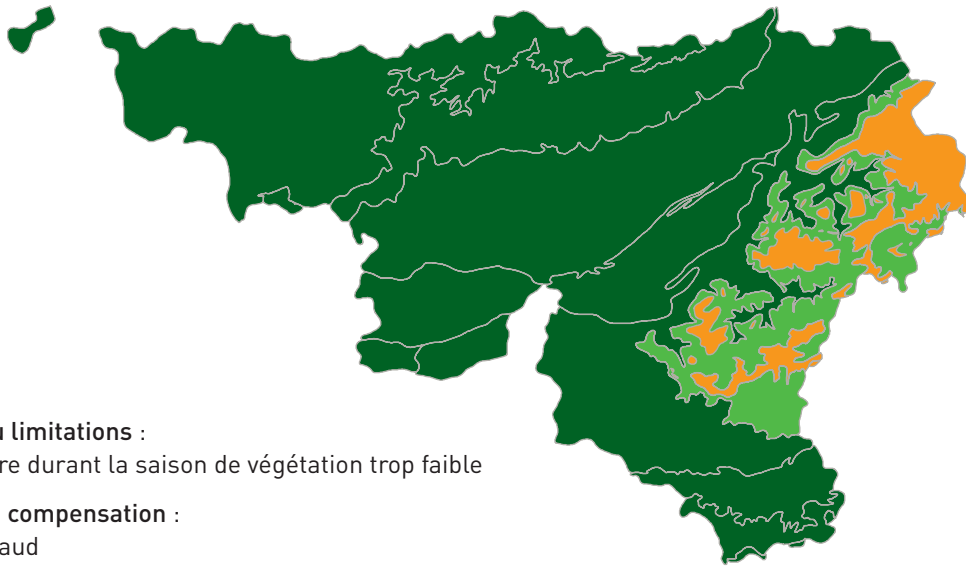
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

Au-delà de 400 m (Moyenne Ardenne) l'espèce commence à souffrir d'un déficit de température estivale, ce qui a pour effet de compromettre la reproduction sexuée de l'essence.



3.3 Sensibilités climatiques particulières



Risques ou limitations :
température durant la saison de végétation trop faible

Facteur de compensation :
secteur chaud

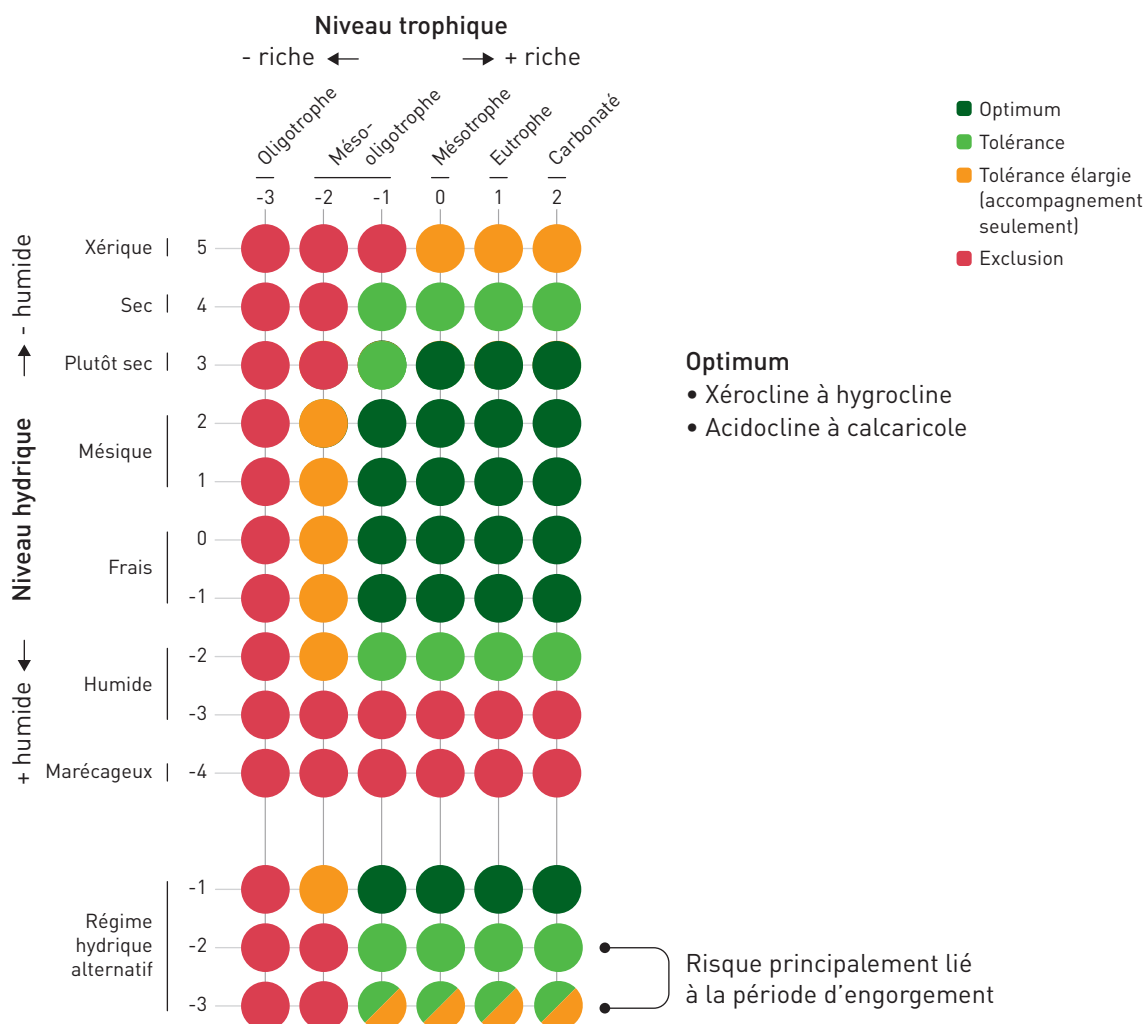
- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	PS	Le débourrement tardif réduit la sensibilité
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	Le déclenchement précoce de la chute des feuilles et de la dormance réduisent la sensibilité
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	PS 😊	Grande résistance à la sécheresse. Faiblement affecté par de courtes périodes de sécheresse. Le tilleul régule sa transpiration
Adulte	PS 😊	
Canicule		
Juvenile	PS 😊	Grande résistance au climat très chaud et sec
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	PS	Sensibilité des jeunes rejets de souche
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sols carbonatés : non sensible

Acidité : sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3		Aucun	Sondage pédologique Mesure du pH en surface et en profondeur
Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique ● Profil f ou pH 3,8-4,5	-2	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			Relevé floristique Régime hydrique effectif Tests de texture, de structure, et de compacité
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f,i	-4 -3		Aucun	
Sol modérément humide ● Drainage e, h	-2	Précipitations élevées (Ardenne)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible**

Risque principalement lié à la période d'engorgement.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA	Précipitations élevées (Ardenne) « Argiles blanches »* (famille de sigles Gix et Ghx)	Ressuyage rapide au printemps Sol bien structuré, principalement en contexte calcaire : marne, maigno, argile de décarbonatation, etc)	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture
● Drainage h	-2 RHA	Apports d'eau locaux importants (microtopographie) : cuvette, zone de sources	Sol meuble Hydromorphie non fonctionnelle Sol limoneux profond	Test de compacité Test de structure (sols argileux)

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).

Déficit hydrique : peu sensible 😊

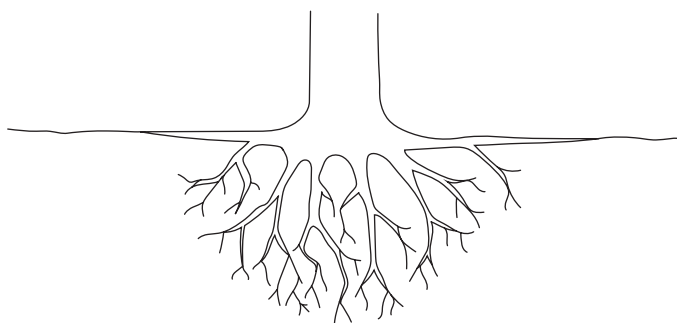
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité et de texture
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Nappe d'eau en profondeur	
● ● Sol plutôt sec à xérique	3-5	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Versant froid Précipitations élevées (Ardenne) Contexte calcaire ou sol riche	

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Oblique (en cœur)
- Très puissant 😊
- Maillage racinaire très dense



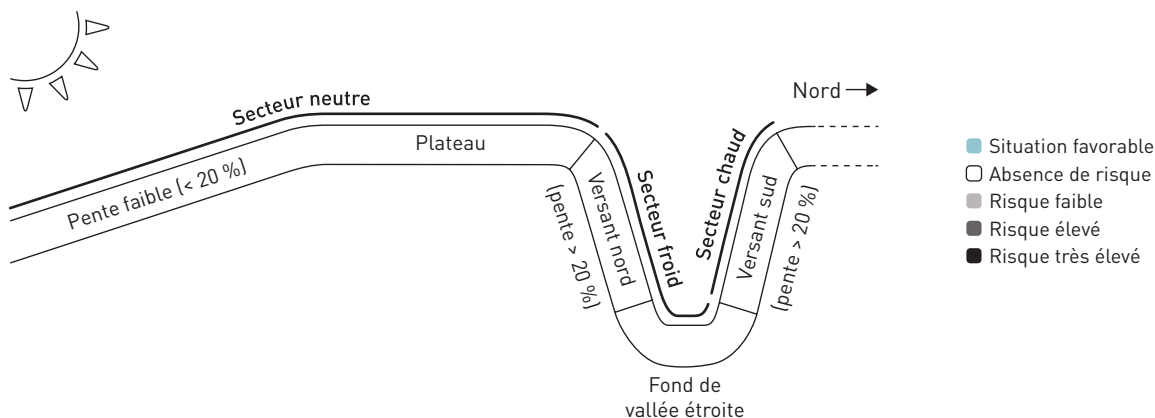
Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : **sensible** mais tolère les sols à engorgement temporaire tant qu'il peut développer un enracinement suffisamment profond pour limiter les effets du déficit hydrique estival
- Compacité du sol : **peu sensible**

Bon à savoir:

L'espèce est capable de s'ancrer sur des sols à très forte charge caillouteuse, même instables (éboulis), notamment dans les tillaies de ravin.

4.4 Effets des microclimats topographiques



Plaines, plateaux et pentes faibles Absence de risque.

Versant nord Absence de risque.

Fond de vallée étroite Absence de risque.

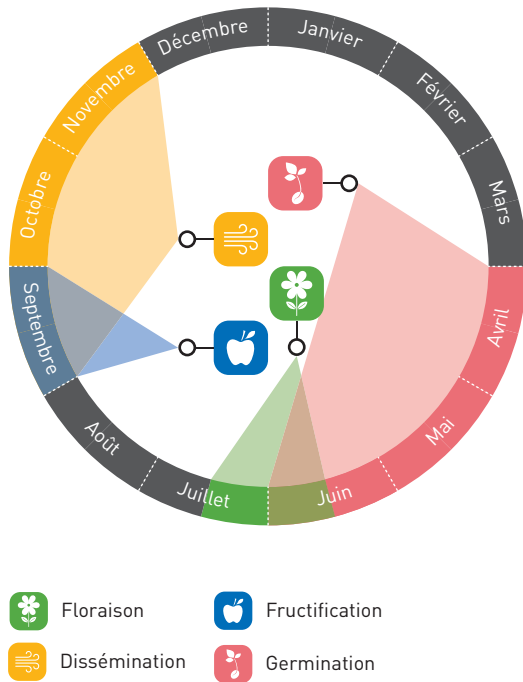
Versant sud Absence de risque.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : Avril à octobre.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : 25 - 30 ans en peuplement, moins à l'état isolé.

Type de fleurs : **hermaphrodites**.

Localisation entre individus: **monoïque**.

Pollinisation : **entomogamie**.

Type de fruit : **capsule avec 1 à 3 graines**.

Fréquence des fructifications : **1 à 2 ans**.

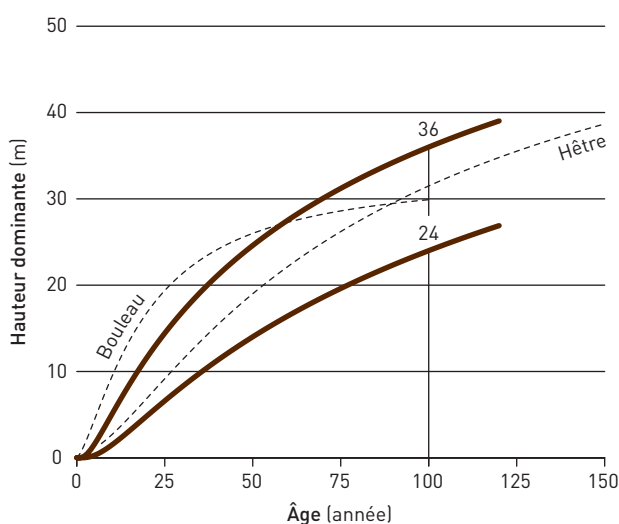
Mode de dissémination : **anémochorie**.

Les graines sont orthodoxes et elles ont une dormance très profonde et complexe. Cette dernière nécessite des phases chaudes et froides pour être levée. En conditions naturelles, les graines ne germeront qu'au deuxième printemps après la dispersion des graines. La germination difficile et la prédation rendent la régénération par graines assez aléatoire. En conditions artificielles, un traitement de près de 32 à 36 semaines (stratification chaude (20 °C) puis froide (3 °C)) est nécessaire pour lever la dormance.

Régénération asexuée

En forêt, bien que le tilleul fructifie abondamment, il ne se régénère pas beaucoup par graines. Par contre, il rejette vigoureusement de souche et la capacité à rejeter ne diminue pas avec l'âge. Les branches en contact avec le sol peuvent marcotter. Le drageonnement peut être observé.

5.2 Croissance et productivité



Courbes allemandes, non validées pour la Belgique

Croissance : précoce, rapide et moyennement soutenue.

Hauteur à maturité : 25 à 35 m.

Productivité (AMV) : 5 à 10 m³/ha/an vers 80 ans (productif).

Longévité : plus de 500 ans.

Exploitabilité : 60-80 ans (dimensions commerciales atteintes).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

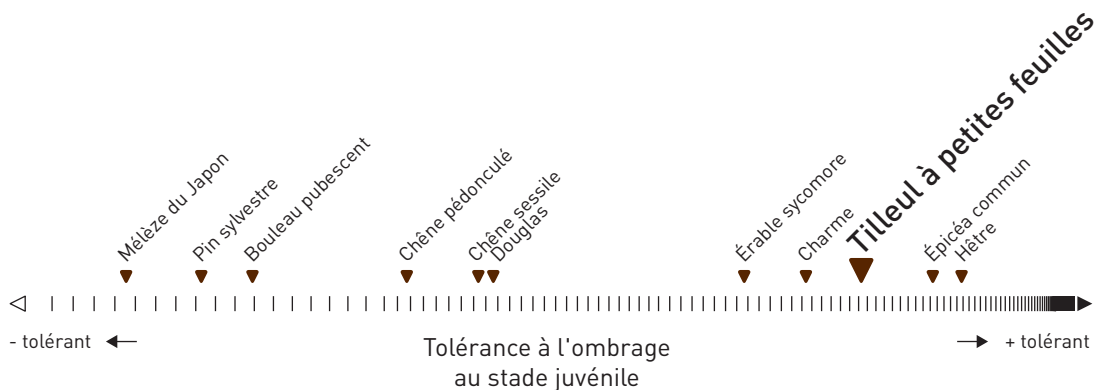
Tolère l'ombrage.

Supporte un éclaircissement faible mais réagit très bien à la mise en lumière en termes de croissance.

Stade adulte

Tolère l'ombrage.

Supporte une mise en lumière brutale pour autant que le tronc soit protégé.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Absence de risque
Faible	Absence de risque
Mise en lumière brutale	Absence de risque

5.4 Précautions à l'installation

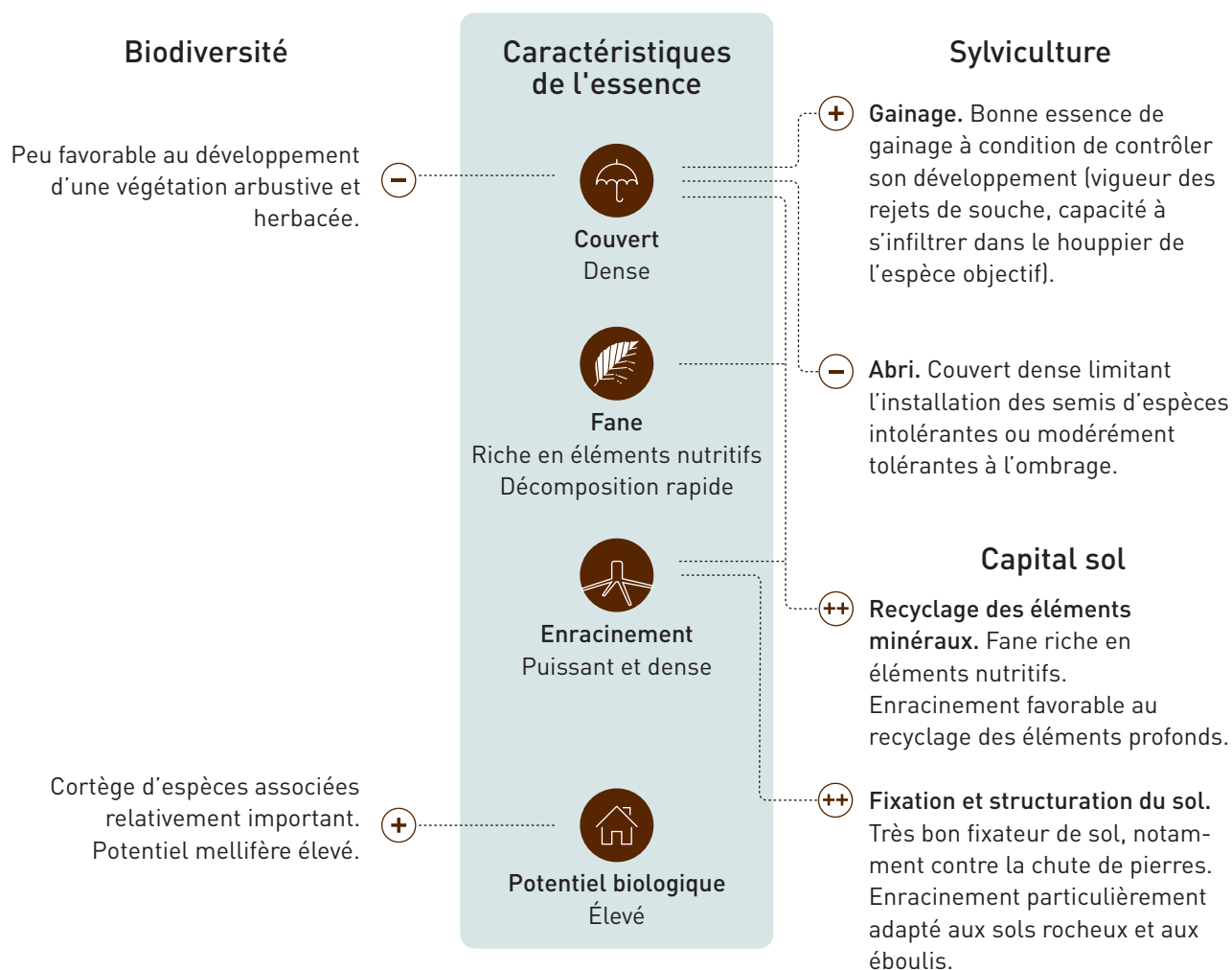
Le tilleul est sensible à l'abroustissement et à l'écorcement par la faune sauvage.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Méplat	Culture en taillis	Ne pas favoriser les rejets de souche

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Moyenne	Produit des rejets de souches
Écorcement	Moyenne	Forte attractivité, mais bonne cicatrisation
Frottage	Moyenne	Les jeunes sujets affectés ont tendance à réagir en créant plusieurs tiges

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

La verticilliose

Verticillium dahliae

Site d'attaque : rameaux (via outils de taille infectés) et racines (via spores dans le sol).

Symptômes et dégâts : flétrissement de jeunes plants ou de rameaux entiers ; en coupe transversale dans les rameaux, anneau noir au niveau des tissus conducteurs (maladie vasculaire).

Conditions : plants de pépinière infectés.

Caractère : primaire – surtout sur jeunes plants.

Risque : contamination du sol pour de nombreuses années, risque pour érables.

Conséquence : mortalité.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Caractère : primaire ou secondaire, fréquent.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Insectes

Puceron du tilleul

Eucallipterus tiliae

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : puceron jaune rayé de noir.

Conditions : souvent plus abondant en milieu urbain

Caractère : primaire, très fréquent.

Risque : individuel.

Conséquences : généralement sans impact majeur. En cas de pullulation extrême peut provoquer brunissement et chute précoce des feuilles.

Remarque : *Eupulvinaria hydrangeae* et d'autres cochenilles ont pullulé à un moment sur tilleul en phase d'invasion et quelques autres essences mais principalement en milieu urbain et ces insectes ne pullulent plus du tout aujourd'hui et ne provoquent aucun dégât.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		Peu rigide, faible résistance à la traction et au cisaillement
Utilisations extérieures		Peu durable
Utilisations intérieures	✓	Très bonne aptitude au cintrage
Usages spécifiques	✓	Recherché en lutherie et en sculpture. Jouets et petits objets (manches de pinceau, crayons). Très bon charbon de bois pour la confection des fusains. À cause de son écorce fibreuse, le tilleul n'est pas adapté à une utilisation de bois de papeterie

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☺

D'un point de vue abiotique, le tilleul à petites feuilles apparaît comme une essence bien armée pour faire face aux changements climatiques.

Espèce à affinité continentale, elle est en effet naturellement adaptée aux périodes estivales chaudes et sèches. En Wallonie, le tilleul à petites feuilles souffre

d'ailleurs d'un manque de chaleur estivale pour les altitudes supérieures à 400 m.

L'espèce est très tolérante au manque d'eau, ce qui lui permet d'être très compétitive dans certains milieux contraignants pour d'autres espèces : versants sud, pentes fortes, sols superficiels, etc.

9 Références majeures

- Barengo N., Rudow A., Schwab P. (2001). **Projet favoriser les essences rares : Tilleul à petites feuilles (*Tilia cordata* Mill.) et Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyhyllus* Scop.).** p. 1-8.
- de Jaegere T., Hein S., Claessens H. (2016). **A Review of the Characteristics of Small-Leaved Lime (*Tilia cordata* Mill.) and Their Implications for Silviculture in a Changing Climate.** *Forests* 7(3) : 56. www.mdpi.com/1999-4907/7/3/56
- Pigott D. (2012). **Lime-trees and basswoods : a biological monograph of the genus *Tilia*.** Cambridge University Press, New York, 405 p.
- Claessens H., de Jaegere T., Taverniers P., Tasseroul M.-P., Latte N. (2019). **Intégrer le tilleul à petites feuilles dans la sylviculture : une opportunité à saisir pour nos forêts futures.** *Forêt.Nature* 152.





Thuya géant

Riesen Lebensbaum^{DE}, Reuzen Levensboom^{NL},
Western redcedar^{EN}

Thuja plicata Donn ex D. Don

THUYA GÉANT

1 Résumé

1.1 Atouts

- Bois aux **bonnes propriétés technologiques et très durable**, autorisant une large gamme de valorisations potentielles, en intérieur comme en extérieur.
- Espèce **très tolérante vis-à-vis de l'engorgement en eau** du sol, pouvant croître sur des stations très humides.
- **Productivité** élevée.
- **Régénération** naturelle aisée, y compris sous couvert dense.

1.2 Limites

- Espèce océanique, **très sensible à la sécheresse**, ce qui limite son implantation en basse altitude. De plus, éviter les stations à faible réserve en eau (sol filtrant, peu profond, très caillouteux, etc.) comme à faible hygrométrie (versant sud). 😞
- Très sensible aux **dégâts de faune**, et principalement à l'abrutissement et au frottis.
- Sensible à la **compétition herbacée** lors de son installation.
- Forte tendance à la **fourchaison**.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Le thuya géant est originaire de l'ouest de l'Amérique du Nord. Il se retrouve naturellement le long de la côte Pacifique des Etats-Unis, depuis le Comté de Humboldt en Californie jusqu'au détroit de Sumner en Alaska.

Il se retrouve également dans l'intérieur du continent jusqu'à l'ouest du Montana, dans l'Idaho et dans la province Canadienne de l'Alberta.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

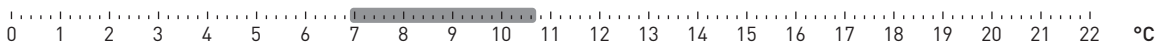
En tant qu'arbre forestier, le thuya géant est une essence peu présente en Wallonie. Il se retrouve majoritairement en Ardenne au sein de peuplements de petite surface.

3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

■ Aire de l'essence
■ Wallonie

Température annuelle moyenne : min. 11 °C de température moyenne durant la saison de végétation



Températures minimale et maximale absolues : min. -20 à -30 °C / max. 40 °C (selon les zones climatiques)

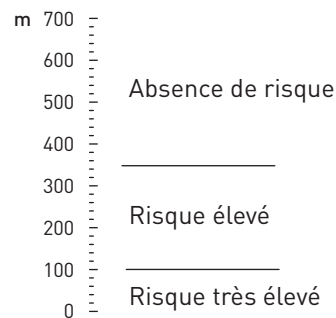


Précipitations annuelles totales : min. 710 mm

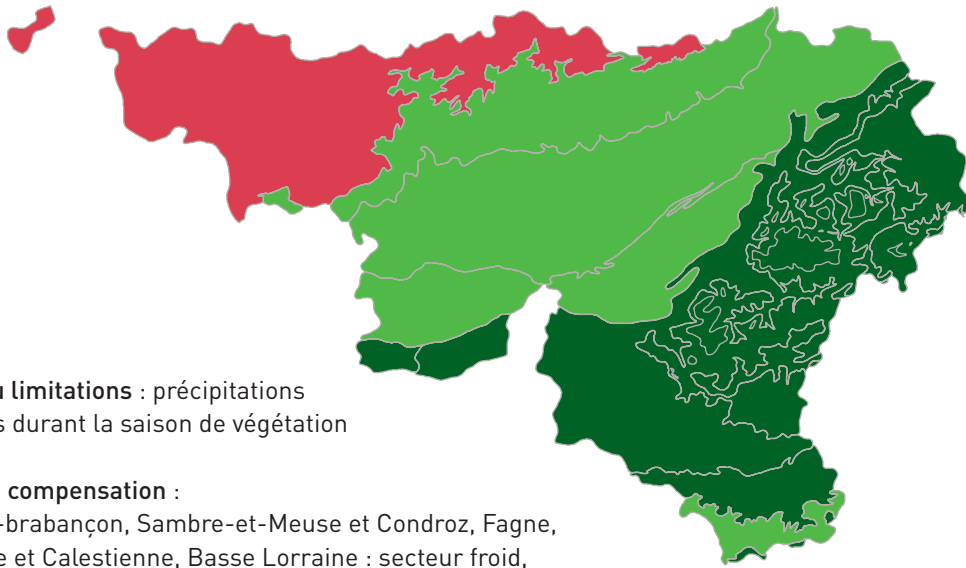


3.2 Compatibilité altitudinale

Le thuya étant très sensible aux sécheresses estivales, sa culture est risquée en dessous de 350 m d'altitude et déconseillée en dessous de 100 m.



3.3 Sensibilités climatiques particulières



Risques ou limitations : précipitations trop faibles durant la saison de végétation

Facteur de compensation :

- Hesbino-brabançon, Sambre-et-Meuse et Condroz, Fagne, Famenne et Calestienne, Basse Lorraine : secteur froid, hygrométrie élevée
- Plaines et Vallées Scaldésiennes : aucun

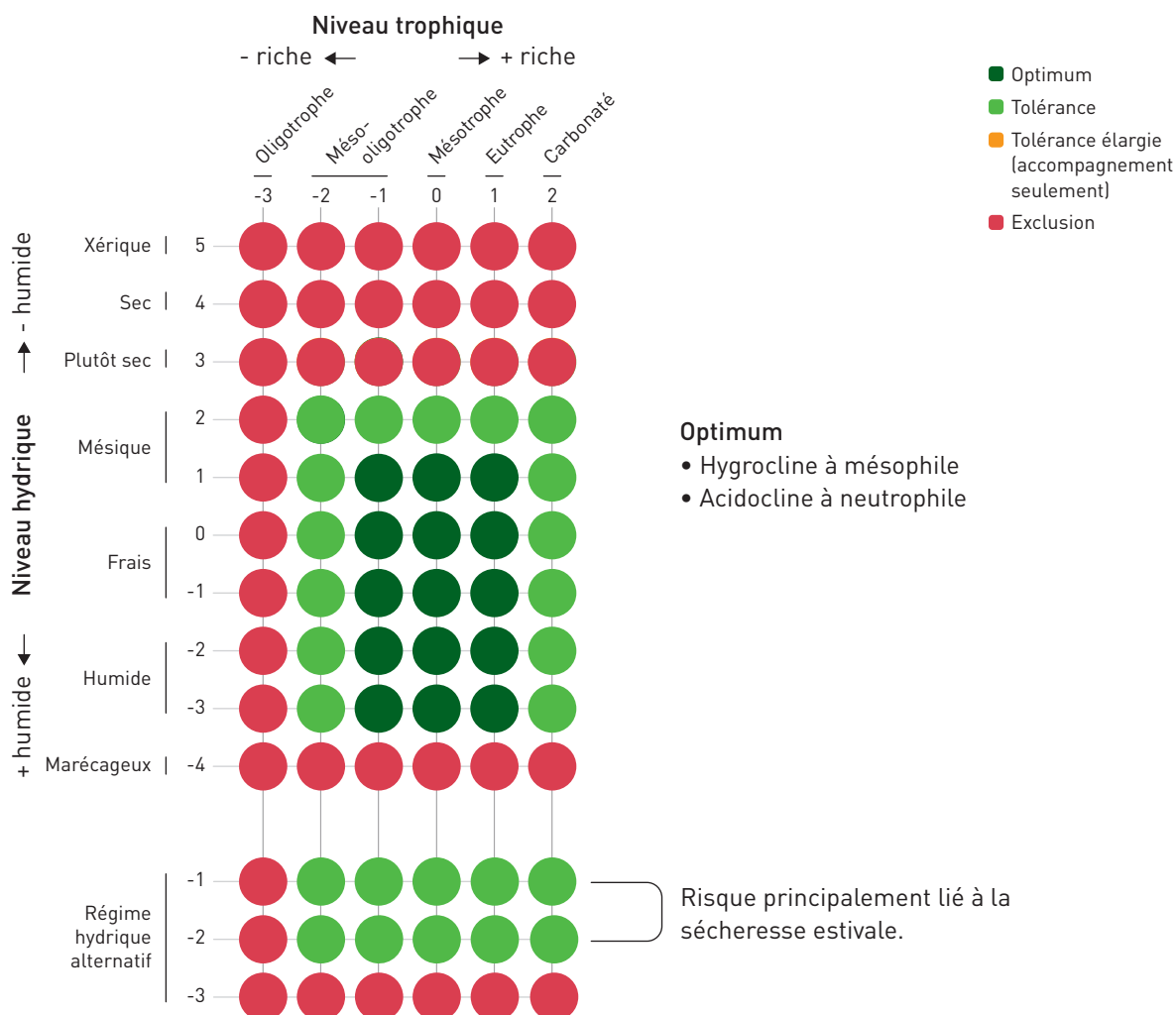
- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	S	
Adulte	S	
Gelée précoce		
Juvenile	PS-S	
Adulte	PS-S	
Sécheresse		
Juvenile	S-TS ☹️	
Adulte	S-TS ☹️	
Canicule		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	
Neige et givre		
Juvenile	S	Sensible à la neige collante
Adulte	S	
Vent		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sols carbonatés: **sensible** (diagnostics complémentaires : test HCl sur terre fine et mesure du pH)

Acidité : **sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3		Aucun	Sondage pédologique
Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique ● Profil f ou pH 3,8-4,5	-2	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **peu sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4		Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif
Sol marécageux ● Drainage g	-4			

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible**

Risque principalement lié à la sécheresse estivale.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)
● Drainage h	-2 RHA	Sol peu profond : phases 2, 3, 4 « Argiles blanches »* (famille de sigles Ghx)	Apports d'eau locaux importants (microtopographie) Sol limoneux profond Précipitations élevées (Ardenne)	
● Drainage d	-1 RHA	Contexte schisto-argileux de Famenne	Sol meuble et/ou bien structuré	

* Se référer à la fiche « Sols à argiles blanches », Typologie et aptitudes stationnelles (Timal et al. 2012).

Déficit hydrique : très sensible 😞

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5			
● Sol plutôt sec à xérique	3-5			
● Sol mésique	2	Précipitations faibles: (hors Ardenne) Versant chaud*	Hygrométrie élevée (versant froid et fond de vallée encaissée)* Socle rocheux fissuré Nappe d'eau en profondeur	

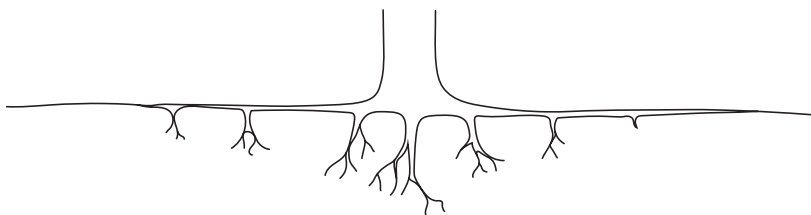
* Espèce océanique à fort besoin en humidité atmosphérique.

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Systeme racinaire potentiel

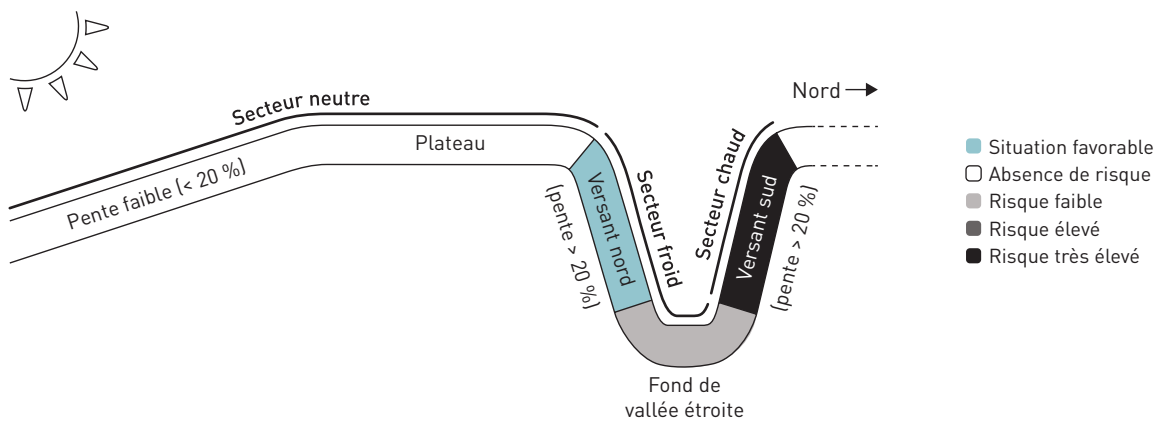
- Traçant à oblique, présente une très grande densité de racines fines



Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : peu sensible 😊
- Compacité du sol : peu sensible

4.4 Effets des microclimats topographiques



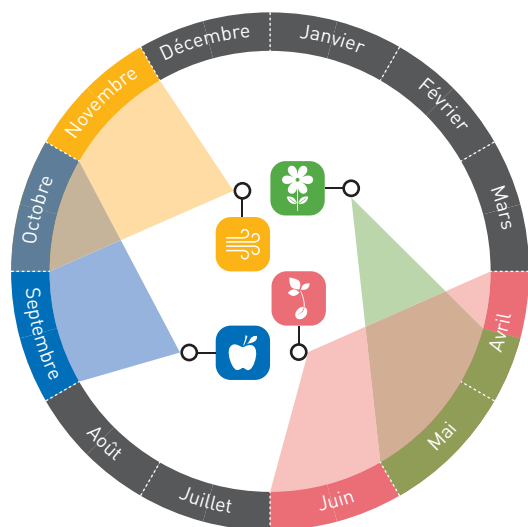
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Situation favorable. Hygrométrie élevée, brouillards (essence maritime).
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Gelées tardives.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Risque très élevé. Risque de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée. Hygrométrie insuffisante.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : persistant.

Régénération sexuée



Régénération asexuée

Pas de rejet de souche mais capacité à marcotter naturellement, à partir des branches basses en contact avec le sol. En régénération artificielle, le bouturage du thuya est aisé. En Wallonie, un parc à clones reprenant les plus beaux arbres est installé à Vielsalm. Ce parc est destiné à la production de boutures.

Maturité sexuelle : 15-20 ans.

Type de fleurs : unisexuées.

Localisation entre individus : monoïque.

Pollinisation : anémogamie.

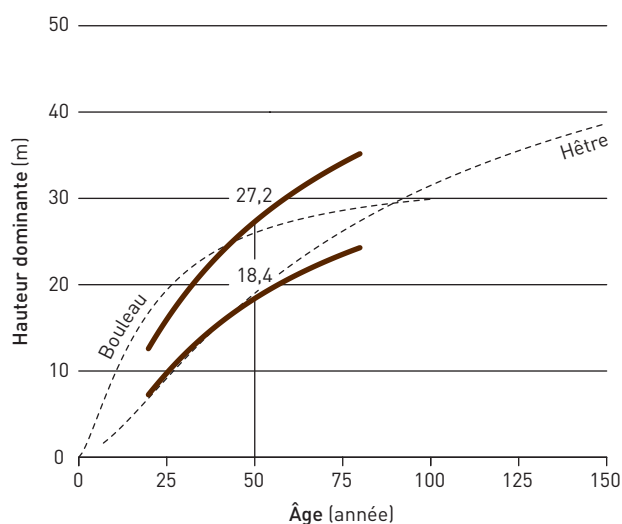
Type de fruit : cône (contenant les graines ailées)

Fréquence des fructifications : 3 à 4 ans.

Mode de dissémination : anémochorie.

Les graines sont intermédiaires avec une faible dormance. Elle se lève par un froid humide (3°C) de 4 à 6 semaines. En conditions naturelles, c'est l'hiver qui assure la levée de dormance pour une germination au printemps.

5.2 Croissance et productivité



Non validée pour la Belgique

- **Croissance** : précoce, moyennement rapide et soutenue.
- **Hauteur à maturité (m)** : 35 m (jusqu'à 60 m dans son aire d'origine).
- **Productivité (AMV m³/ha/an)** : 12 à 24 m³/ha/an vers 70 ans (très productif).
- **Longévité** : plus de 500 ans dans son aire d'origine.
- **Exploitabilité** : vers 70 ans (dimensions commerciales atteintes).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

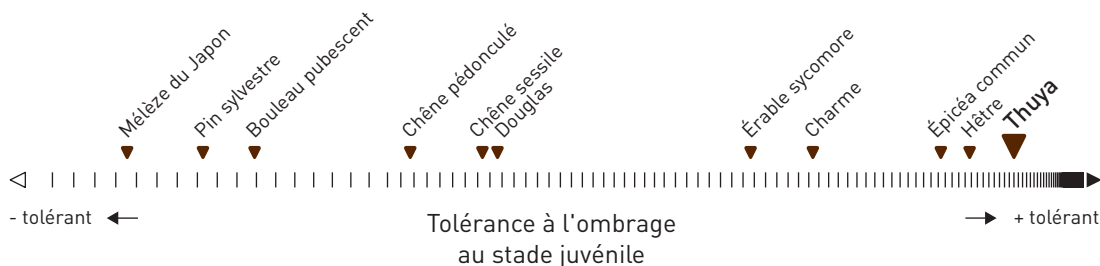
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Essence tolérante à l'ombrage.
Supporte une intensité lumineuse faible et nécessite une mise en lumière progressive.

Stade adulte

Exige la pleine lumière, supporte une compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Diminution de la croissance
Mise en lumière brutale	Favorise l'expansion du houppier et le développement/renforcement des grosses branches

5.4 Précautions à l'installation

Le thuya géant est sensible à la compétition herbacée, veiller à bien la contrôler. Très affecté par la faune sauvage en plantation comme en régénération naturelle, les plants doivent être protégés.

Plantation :

- Favoriser les plantations sous abri.
- Peut être planté à découvert dans les stations présentant une alimentation en eau importante et constante.

Régénération naturelle :

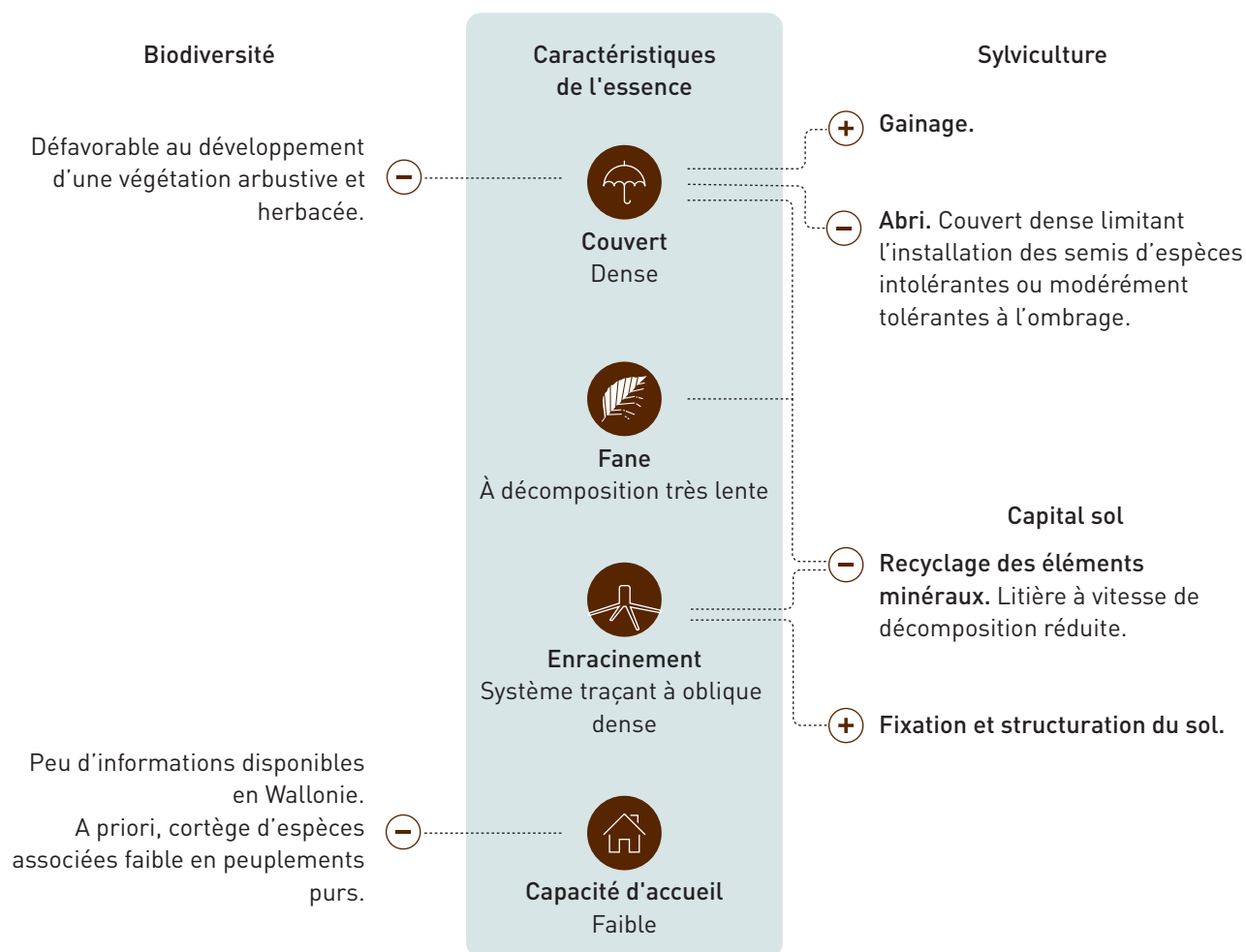
- Abondance des semis naturels malgré le couvert très sombre du thuya.
- Veiller à mettre les plants en lumière de manière lente et progressive.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Fourchaison importante	Pas d'informations	
Développement de grosses branches	Abondance de lumière	Gainage latéral Taille de formation

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Forte	
Écorcement	Moyenne	
Frottage	Forte	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

Le chancre cortical des Cupressaceae

Seiridium cardinale

Site d'attaque : rameaux, tronc.

Symptômes et dégâts : nécrose rougeâtre et légèrement déprimée de l'écorce, craquelure et écoulements de résine, dépérissement de la partie située au-delà de la nécrose.

Conditions : infection facilitée par blessures occasionnées par le gel, la grêle, les insectes ou les rongeurs.

Caractère : moyennement fréquent – parasite de blessure.

Risque : contamination des arbres voisins par dispersion aérienne des spores.

Conséquence : mortalité de branches (adultes) ou de jeunes plants.

Didymascella thujina

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : taches de couleur claire sur écaillés évoluant en lésions plus étendues et plus foncées, brunissement des aiguilles touchant surtout les branches basses.

Conditions : conditions humides, plantations denses.

Caractère : primaire – moyennement fréquent.

Risque : propagation sur de longues distances par spores aérienne (longue période de sporulation).

Conséquence : mortalité de jeunes plants.

Pestalotiopsis funerea

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : brunissement et chute d'ai-

guilles débutant par l'extrémité du rameau

Conditions : stations humides, plantations denses.

Caractère : fréquent - parasite de faiblesse.

Risque : dispersion par spores aériennes.

Conséquence : dépérissement de jeunes plants.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire – fréquent - généraliste

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes

Problématiques émergentes

Phytophthora lateralis

Site d'attaque : racines, base du tronc.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire, nécrose sous-corticale à la base du tronc, coloration vert pâle puis brune de la partie aérienne.

Conditions : favorisé par climat océanique.

Caractère : primaire - rare.

Risque : propagation aux arbres voisins via l'eau libre du sol – propagation sur de longues distances par l'intermédiaire de plants ou de sol infectés.

Conséquence : dépérissement rapide et mort des arbres infectés.



Insectes

Cochenille du genévrier

(*Carulaspis juniperi*)

Site d'attaque : feuillage et branches.

Symptômes et dégâts : Petite écaille blanchâtre appliquée sur le feuillage. Peut provoquer des décolorations.

Conditions : -

Caractère : primaire, très commun.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : dégâts esthétiques mais sans doute peu dommageable pour la production.

Scolyte du thuya

(*Phloeosinus thujae*)

Site d'attaque : écorce et jeunes rameaux.

Symptômes et dégâts : larves se développent sous l'écorce. Jeunes rameaux morts, brunis, à cause des morsures de maturation des adultes qui forent l'axe des jeunes rameaux.

Conditions : ne s'attaquent normalement qu'à des arbres morts ou affaiblis, en particulier des jeunes arbres. Les morsures de maturation peuvent survenir sur des arbres plus vigoureux.

Caractère : secondaire, répandu mais peu fréquent.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : affaiblissement des arbres pouvant aller jusqu'à la mort de jeunes arbres en cas de forte attaque.

Puceron du cyprès

(*Cinara cupressi*)

Site d'attaque : feuillage rameaux et branches.

Symptômes et dégâts : gros pucerons (2-4mm). Décoloration et dessèchement du feuillage.

Conditions : -

Caractère : primaire. Originaire d'Amérique du Nord mais très largement répandu dans toute l'Europe

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : affaiblissement surtout des jeunes arbres et occasionnellement dégâts importants dans les plantations.

Mineuse du Thuya

(*Argyresthia thuiella*)

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : dessèchement de l'extrémité des rameaux minés par la larve.

Conditions : -

Caractère : primaire. Originaire d'Amérique du nord mais très largement répandue dans toute l'Europe.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : de fortes infestations plusieurs années de suite peuvent finir par tuer les arbres (très rare).

Phloeosinus rudis est une espèce asiatique proche de *Phloeosinus thujae*, mais de plus grande taille et pouvant provoquer la mort d'arbres plus âgés. Elle a déjà provoqué des dégâts notamment aux Pays-Bas en 2004 après une période de sécheresse.

Problématiques émergentes

Bupreste du thuya

(*Ovalisia festiva*)

Site d'attaque : tronc et branches.

Symptômes et dégâts : brunissement du feuillage. Trous de sortie en forme de lettre "D". Larves sous l'écorce dans des galeries sinueuses.

Conditions : peut attaquer des arbres apparemment sains.

Caractère : primaire. Originaire de méditerranée, en expansion vers le nord. Première observation en Belgique en 2016.

Risque : individuel.

Conséquences : dépérissement ou mort des arbres.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Structures légères
Utilisations extérieures	✓	Durabilité naturelle : classe 3 (origine européenne), moyennement durable. Bardage, bardeaux ou shingles, châssis, menuiserie extérieure
Utilisations intérieures	✓	Lambris, menuiserie
Usages spécifiques	✓	Marqueterie, bois de marine, parfumerie/répulsif à insectes, papier

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☹️

Le thuya géant présente une forte sensibilité à la sécheresse, tant édaphique que climatique. Une réduction des précipitations et une augmentation des températures estivales entraîneraient donc une fragilisation

du thuya géant sur les stations à tendance sèche. Dès lors, étant déjà en tolérance dans le nord de la Wallonie, sa distribution pourrait se voir limitée à l'Ardenne.

9 Références majeures

- Minor D. (1990). Thuja plicata Donn ex D. Don, Western Redcedar. In : Burns R.M., Honkala B.H. **Silvics of North America: 1. Conifers; 2. Hardwoods. Agriculture handbook 654**. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC.





Tilleul à grandes feuilles

Sommerlinde^{DE}, Zomerlinde^{NL}, Broad-leaved Lime^{EN}

Tilia platyphyllos Scop.

1 Résumé

1.1 Atouts

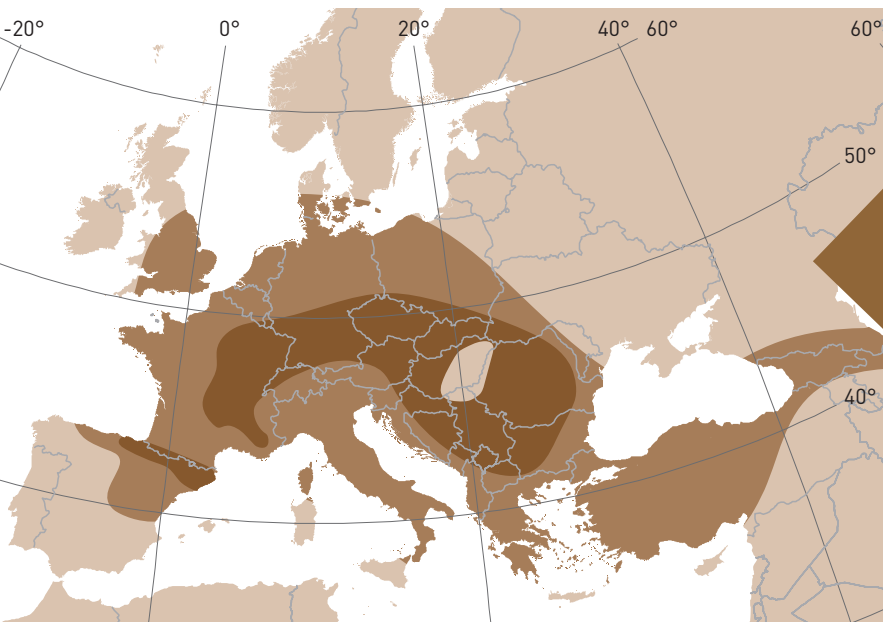
- Bonne **tolérance à la sécheresse**, permettant la valorisation de milieux contraignants : sols superficiels et/ou très caillouteux, versants sud, etc.
- Peu sensible aux **facteurs climatiques** en général : gelées, neige, givre, canicule, sécheresse, vent. 😊
- **Enracinement** très puissant, particulièrement adapté aux sols rocheux et éboulis. Très bon fixateur de sol, recommandé pour la protection des sols sur fortes pentes.
- Bonne essence **d'accompagnement**, et rôles positifs dans l'écosystème : gainage, fane de qualité, capacité de survie en sous-bois, enracinement favorable.
- Peu sensible à la **compacité**.
- Essence présentant un bon potentiel d'avenir dans le contexte des **changements climatiques**. 😊

1.2 Limites

- Nécessite une **richesse minérale élevée** (plus exigeant que le tilleul à petites feuilles), inadapté aux stations acides.
- Très sensible à l'**engorgement** en eau du sol (plus sensible que le tilleul à petites feuilles), n'est à l'optimum que sur les stations bien drainées.
- Croissance ralentie pour les altitudes supérieures à 400 m, du fait d'un manque de chaleur en période estivale.
- Grande sensibilité aux **dégâts de faune** (principalement abrutissement et écorcement).
- Gamme de valorisation du bois restreinte (bois tendre, non durable).

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Essence indigène en Belgique. Distribution eurasiatique, subatlantique, subméditerranéenne.

L'espèce est présente de manière disséminée dans le centre et le sud de l'Europe.

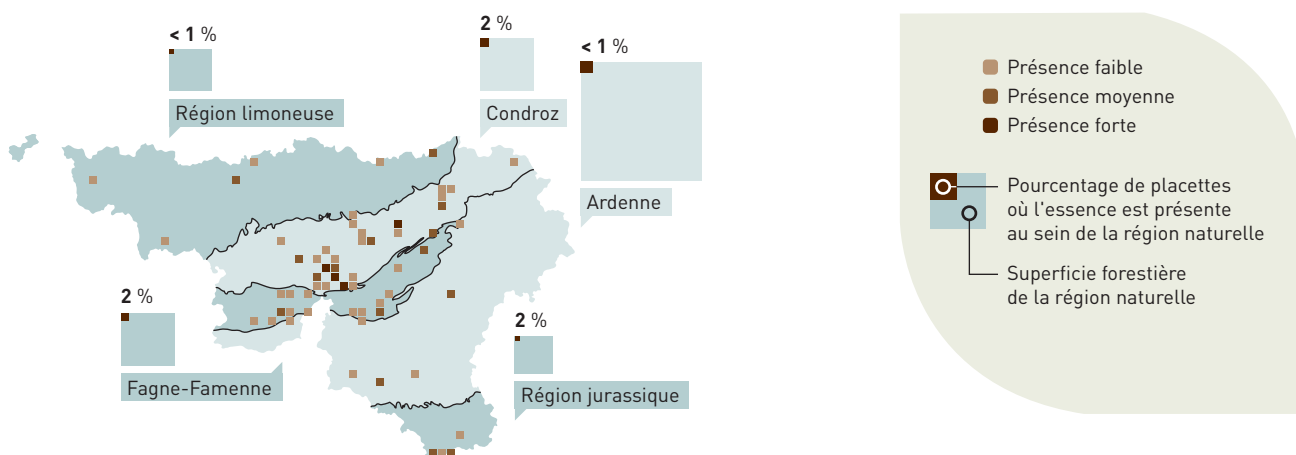
- Aire principale
- Présence ponctuelle

- 😊 Atout face aux changements climatiques
- 😞 Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Le genre *Tilia* (tilleuls à grandes feuilles et petites feuilles confondus) est présent sur moins de 1 % des surfaces forestières inventoriées de la forêt Wallonne. Les espèces de ce genre se présentent de manière disséminée dans les peuplements, en mélange aux autres essences.

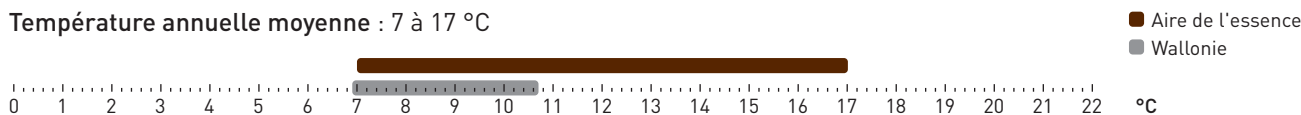
Le tilleul à grandes feuilles se retrouve majoritairement sur les versants abrupts avec des éboulis calcaires (sols secs), où il est particulièrement compétitif. Il est quasiment inexistant en Ardenne en raison de la pauvreté chimique des sols.



3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

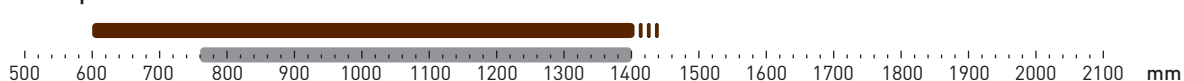
Température annuelle moyenne : 7 à 17 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -25 °C / max. 44 °C



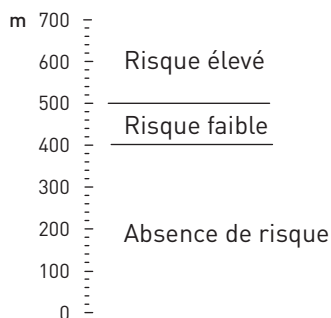
Précipitations annuelles totales : min. 600 mm



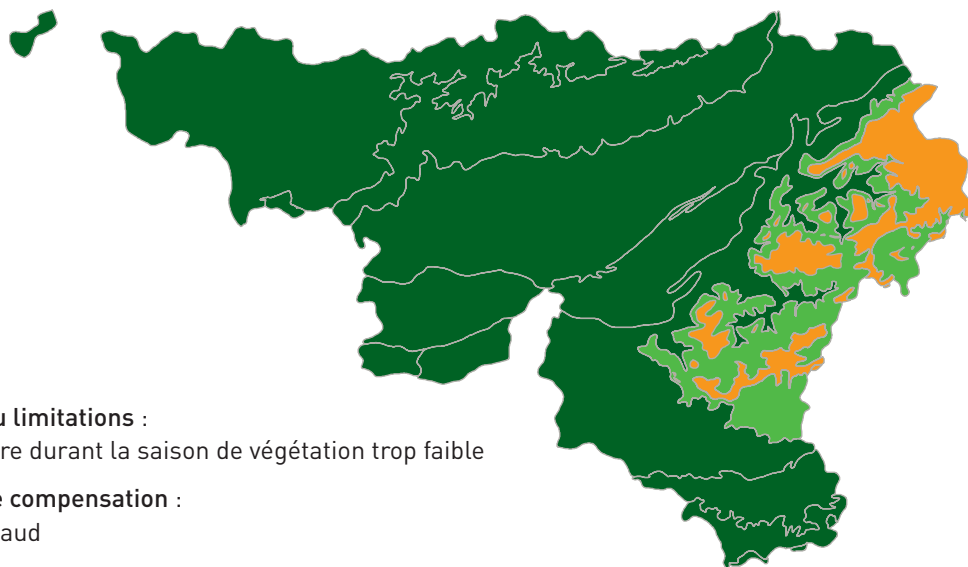
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

Au-delà de 400 m (Moyenne Ardenne) l'espèce commence à souffrir d'un déficit de température estivale, ce qui a pour effet de compromettre la reproduction sexuée de l'essence.



3.3 Sensibilités climatiques particulières



Risques ou limitations :
température durant la saison de végétation trop faible

Facteur de compensation :
secteur chaud

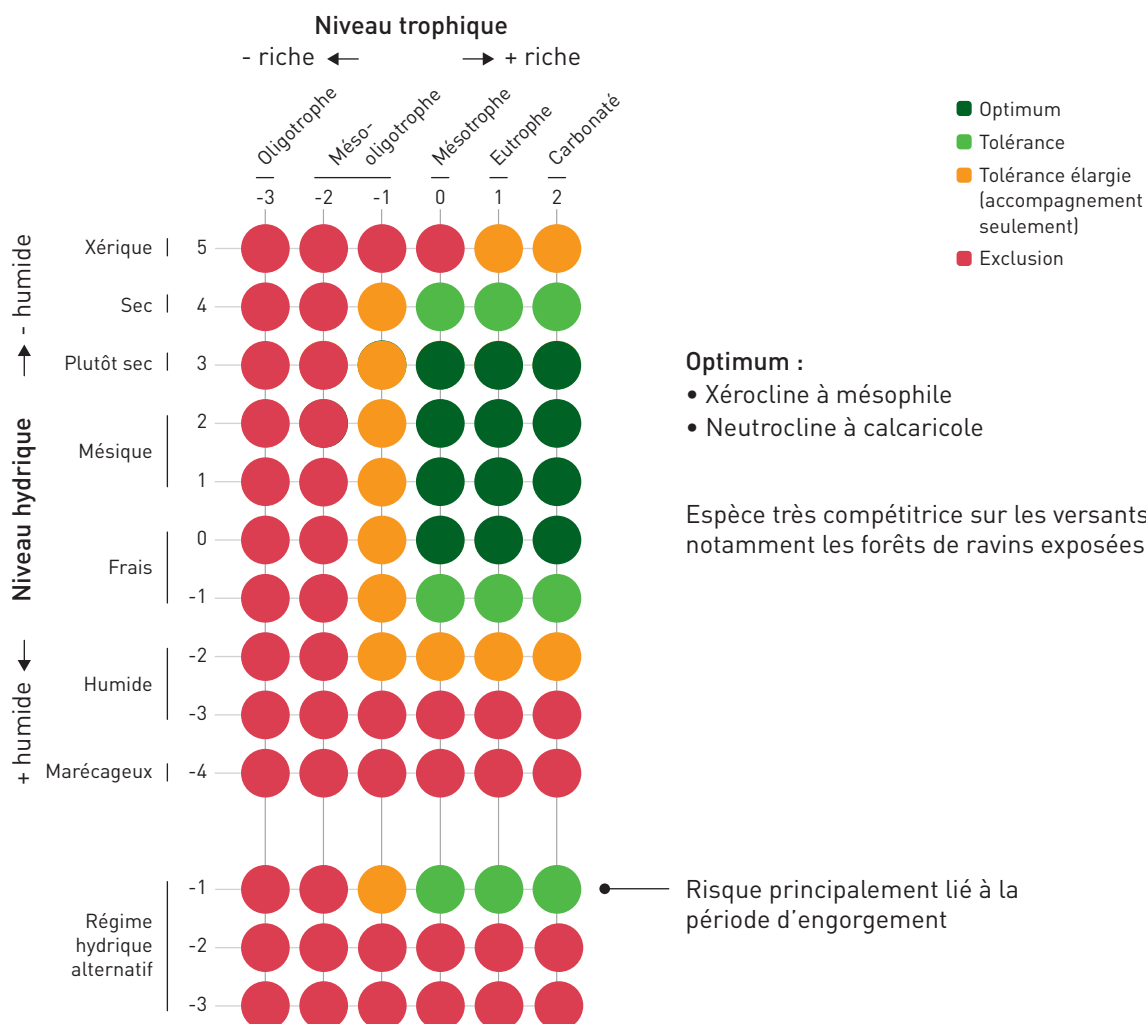
- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	PS	Le débourrement tardif réduit la sensibilité
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvenile	PS	Le déclenchement précoce de la chute des feuilles et de la dormance réduisent la sensibilité
Adulte	PS	
Sécheresse		
Juvenile	PS 😊	Grande résistance à la sécheresse, faiblement affecté par de courtes périodes de sécheresse. Le tilleul régule sa transpiration.
Adulte	PS 😊	
Canicule		
Juvenile	PS 😊	Grande résistance au climat très chaud et sec
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	PS	Sensibilité des jeunes rejets de souche
Adulte	PS	
Vent		
Juvenile	PS	
Adulte	PS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sols carbonatés : non sensible

Acidité : très sensible

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3		Aucun	Sondage pédologique Mesure du pH en profondeur
Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique ● Profil f ou pH 3,8-4,5	-2			
Sol méso-oligotrophe ● pH 4,5-5	-1	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **très sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f, i	-4 -3		Aucun	
Sol modérément humide à frais ● Drainage e, h ● Drainage d, D	-2 -1	Précipitations élevées (Ardenne)	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie > 60-70 cm (cas du drainage d)	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** 😞

Risque principalement lié à la période d'engorgement

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage h et i	-2 et -3 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)
● Drainage d	-1 RHA	Précipitations élevées (Ardenne) Apports d'eau locaux importants (microtopographie) : cuvette, zone de sources	Ressuyage rapide au printemps Sol bien structuré et/ou contexte calcaire (marne, macigno, argile de décarbonatation, etc.) Sol meuble Hydromorphie non-fonctionnelle Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie ou du pseudogley > 60-70 cm (cas du drainage d)	

Déficit hydrique : **peu sensible** 😊

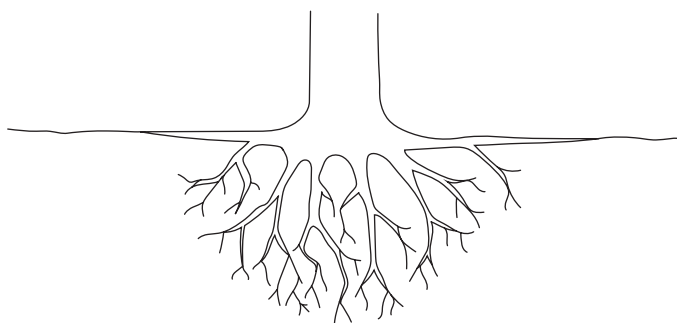
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Aucun	Position topographique Sondage pédologique profond Test de compacité
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5		Nappe d'eau en profondeur	
● ● Sol sec à xérique	4-5	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne)	

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Oblique (en coeur)
- Très puissant 😊

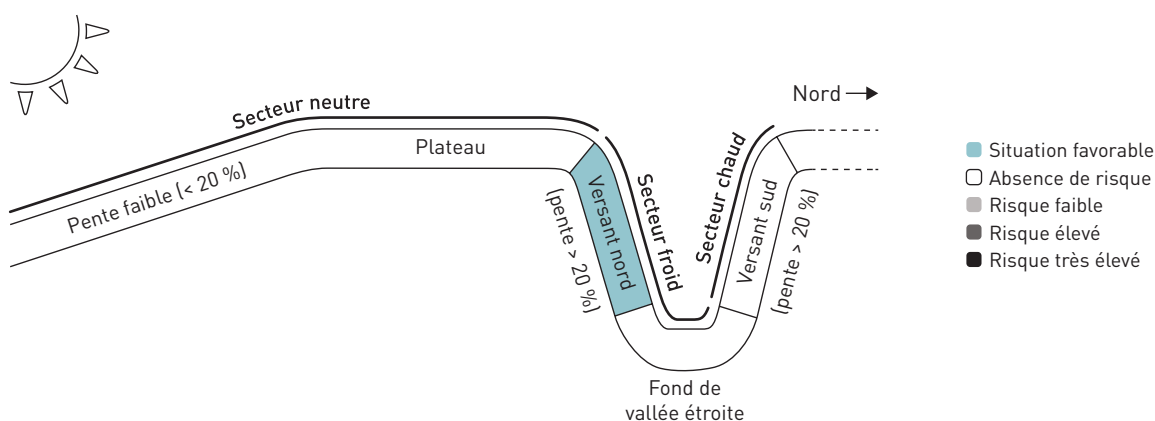


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : très sensible 😞
- Compacité du sol : peu sensible

Bon à savoir : l'espèce est capable de se maintenir sur des stations à très forte charge caillouteuse, avec présence d'éboulis, etc. (tillaies de ravin).

4.4 Effets des microclimats topographiques



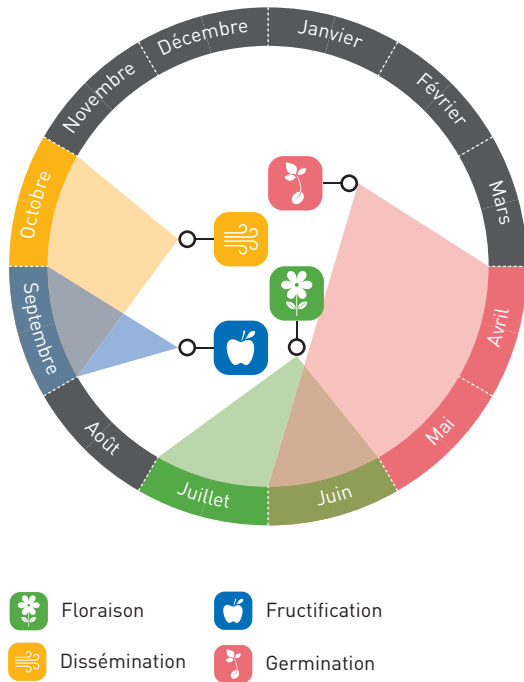
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Situation favorable. Gygrométrie élevée, brouillards (essence hygrosclérophile).
Fond de vallée étroite	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant sud	<input type="checkbox"/> Absence de risque.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : Avril à octobre.

Régénération sexuée



Maturité sexuelle : 20 - 30 ans en peuplement.

Type de fleurs : hermaphrodites.

Localisation entre individus : monoïque.

Pollinisation : entomogamie.

Type de fruit : capsule avec 1 à 3 graines.

Fréquence des fructifications : 1 à 2 ans.

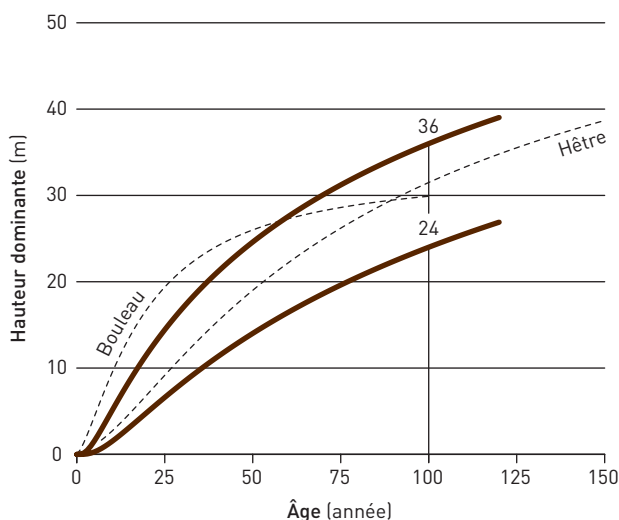
Mode de dissémination : anémochorie.

Les graines sont orthodoxes et elles ont une dormance très profonde et complexe. Cette dernière nécessite des phases chaudes et froides pour être levée. En conditions naturelles, les graines ne germeront qu'au deuxième printemps après la dispersion des graines. La germination difficile et la prédation rendent la régénération par graines assez aléatoire. En conditions artificielles, un traitement de près de 32 à 36 semaines (stratification chaude (20°C) puis froide à 3°C) est nécessaire pour lever la dormance.

Régénération asexuée

En forêt, bien que le tilleul fructifie abondamment, il ne se régénère pas beaucoup par graines. Par contre, il rejette vigoureusement de souche et la capacité à rejeter ne diminue pas avec l'âge. Les branches en contact avec le sol peuvent marcotter. Le drageonnement peut être observé.

5.2 Croissance et productivité



Non validée pour la Belgique

Croissance : précoce, rapide et moyennement soutenue.

Hauteur à maturité : 25 à 40 m.

Productivité (AMV) : 5 à 10 m³/ha/an vers 80 ans (productif).

Longévité : plus de 500 ans.

Exploitabilité : 60 à 80 ans (dimensions commerciales atteintes).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

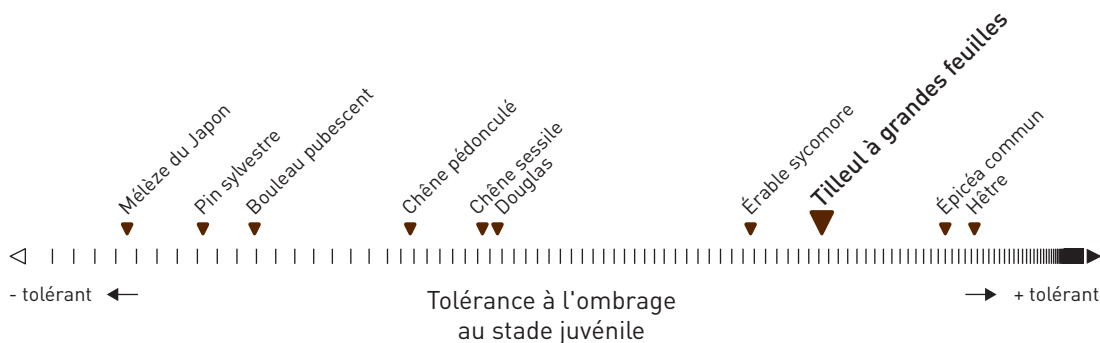
Stade juvénile

Tolère l'ombrage.

Supporte un éclairciment faible mais réagit très bien à la mise en lumière en terme de croissance.

Stade adulte

Tolère l'ombrage, supporte une mise en lumière brutale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclairciment	Risque
Élevé	Absence de risque
Faible	Absence de risque
Mise en lumière brutale	Absence de risque

5.4 Précautions à l'installation

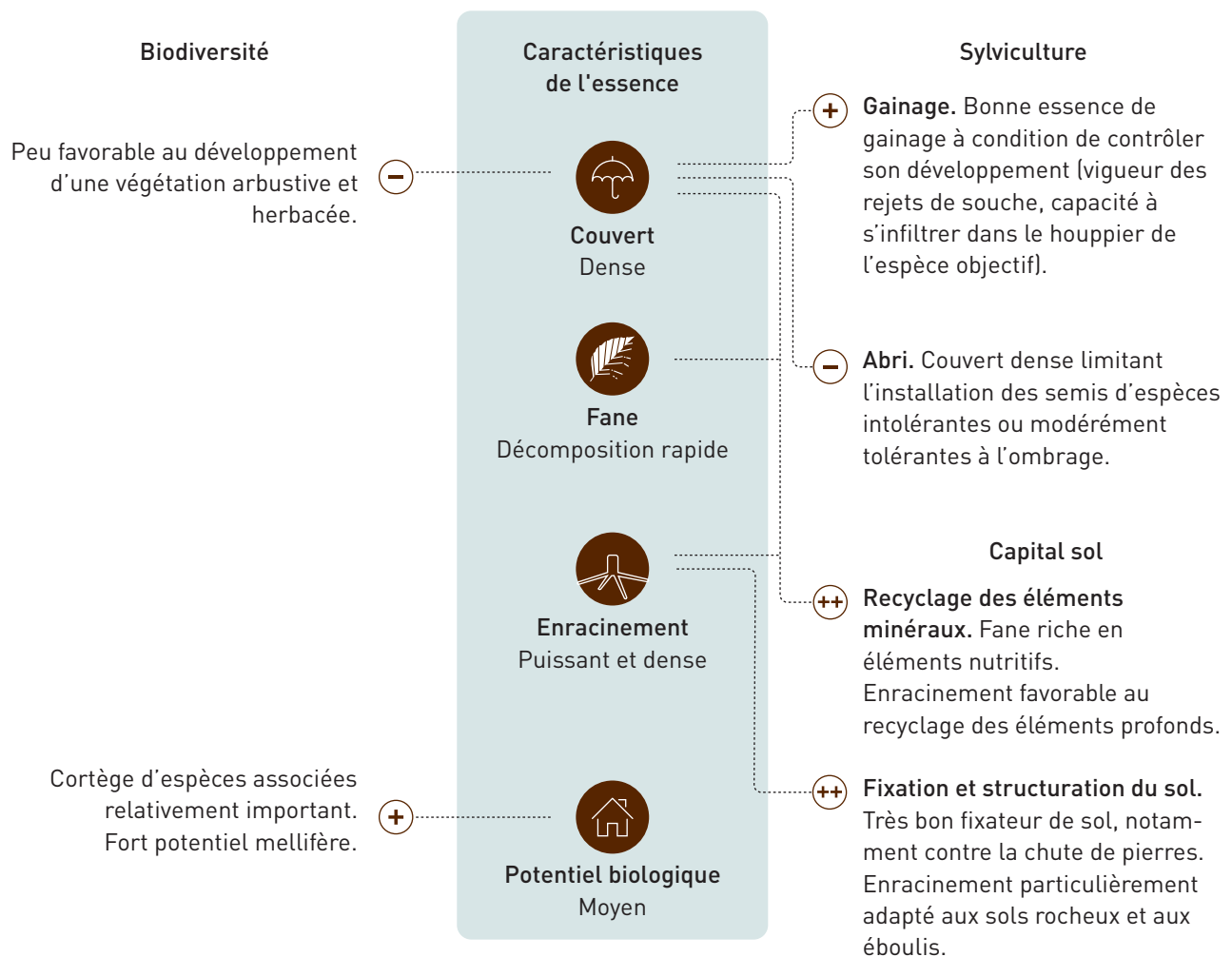
Le tilleul est particulièrement sensible à l'abroustissement et à l'écorcement par la faune sauvage.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Méplat	Culture en taillis	Ne pas favoriser les rejets de souche

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Forte	Produit des rejets
Écorcement	Forte	
Frottage	Moyenne	Les jeunes sujets affectés ont tendance à réagir en créant plusieurs tiges

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

La verticilliose

Verticillium dahliae

Site d'attaque : rameaux (via outils de taille infectés) et racines (via spores dans le sol).

Symptômes et dégâts : flétrissement de jeunes plants ou de rameaux entiers ; en coupe transversale dans les rameaux, anneau noir au niveau des tissus conducteurs (maladie vasculaire).

Conditions : plants de pépinière infectés.

Caractère : primaire – surtout sur jeunes plants.

Risque : contamination du sol pour de nombreuses années, risque pour érables.

Conséquence : mortalité.

L'armillaire (pourridié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Caractère : primaire ou secondaire, fréquent.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Insectes

Puceron du tilleul

Eucallipterus tiliae

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : puceron jaune rayé de noir.

Conditions : souvent plus abondant en milieu urbain

Caractère : primaire, très fréquent.

Risque : individuel.

Conséquences : généralement sans impact majeur. En cas de pullulation extrême peut provoquer brunissement et chute précoce des feuilles.

Remarque : *Eupulvinaria hydrangeae* et d'autres cochenilles ont pullulé à un moment sur tilleul en phase d'invasion et quelques autres essences mais principalement en milieu urbain et ces insectes ne pullulent plus du tout aujourd'hui et ne provoquent aucun dégât.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		Peu rigide, faible résistance à la traction et au cisaillement
Utilisations extérieures		Peu durable
Utilisations intérieures	✓	Très bonne aptitude au cintrage
Usages spécifiques	✓	Recherché en lutherie et en sculpture. Jouets et petits objets (manches de pinceau, crayons). Très bon charbon de bois pour la confection des fusains. Écorce fibreuse, le tilleul n'est pas adapté à une utilisation de bois de papeterie.

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☺

D'un point de vue abiotique, le tilleul à grandes feuilles apparaît comme une essence bien armée pour faire face aux changements climatiques, son aire de culture potentielle étant susceptible de s'étendre.

Cette espèce est en effet adaptée à des climats présentant des périodes estivales chaudes et sèches. En Wallonie, le tilleul à grandes feuilles souffre d'ailleurs

d'un manque de chaleur estivale pour les altitudes supérieures à 400 m.

L'espèce est très tolérante au manque d'eau, ce qui lui permet d'être très compétitive dans certains milieux contraignants pour d'autres espèces : versants sud, pentes fortes, sols superficiels, etc.

9 Références majeures

- Pigott D. (2012). **Lime-trees and basswoods : a biological monograph of the genus Tilia**. Cambridge University Press, New York.
- Radoglou K., Dobrowolska D., Spyroglou G., Nicolescu V.-N. (2009). **A review on the ecology and silviculture of limes (*Tilia cordata* Mill., *Tilia platyphyllos* Scop. and *Tilia tomentosa* Moench.) in Europe**. Die Bodenkultur 60 : 9-20.
- Lestrade (2013). **Autécologie du tilleul à grande feuille**. Forêt Entreprise 211.
- Barengo N., Rudow A., Schwab P. (2001). **Projet favoriser les essences rares : Tilleul à petites feuilles (*Tilia cordata* Mill.) et Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos* Scop.)**. 8 pages.





Tulipier de Virginie

Tulpenbaum^{DE}, Tulpenboom^{NL}, Yellow poplar^{EN}

Liriodendron tulipifera L.

1 Résumé

1.1 Atouts

- Croissance initiale rapide.
- Fonction paysagère, par ses couleurs automnales.
- Potentiel mellifère important.

1.2 Limites

- Souvent sujet à la pourriture.
- Calcarifuge.
- Sensible à la sécheresse. ☹️
- Très sensible aux dégâts de faune (abroustissement, écorcement).
- Sensible aux gelées précoces et tardives, ainsi qu'au vent et aux neiges lourdes qui occasionnent de fréquents bris de cime entraînant une installation risquée en Fagne-Famenne, ainsi qu'en Ardenne.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



Le Tulipier de Virginie se retrouve naturellement dans l'est des Etats-Unis. Son aire naturelle, comparable à celle du chêne rouge, s'étend du nord de la Floride et l'Arkansas jusqu'à la Nouvelle Angleterre et le Michigan en passant par le sud de la Province canadienne de l'Ontario.

Il est le plus abondant et atteint ses plus grandes dimensions dans la vallée de l'Ohio et sur les flancs de montagnes en Caroline du nord, Tennessee, Kentucky et Virginie de l'ouest.

Le Tulipier de Virginie est utilisé en Europe comme arbre d'ornement depuis le 18^e siècle et en boisement forestier depuis le début du 20^e siècle.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- ☺️ Atout face aux changements climatiques
- ☹️ Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Non spécifiquement identifié au sein de l'inventaire forestier régional (IPRFW).

3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

Température annuelle moyenne : 6 à 22 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -35 °C / max. 40 °C



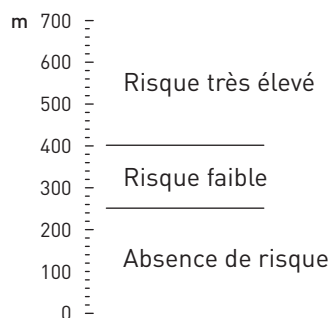
Précipitations annuelles totales : min. 750 mm



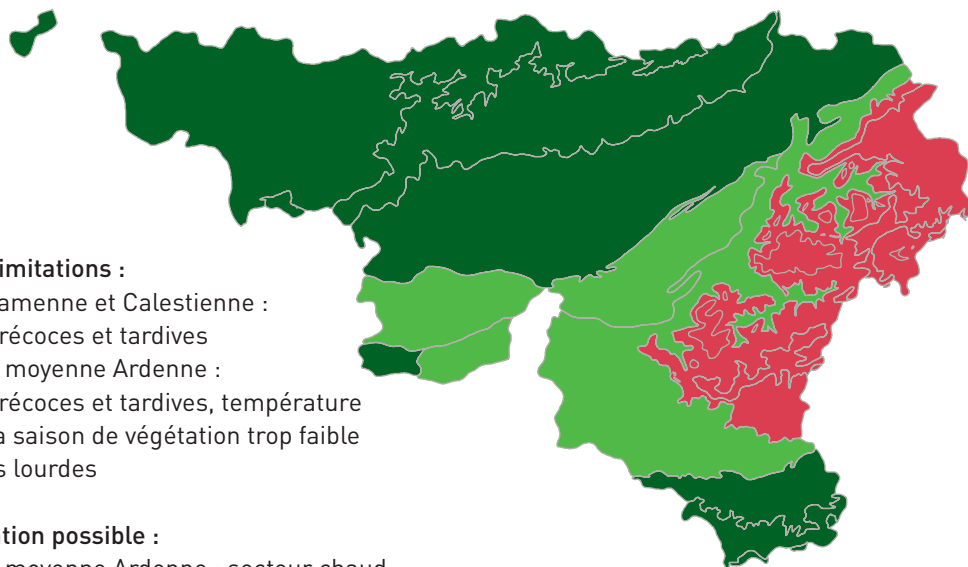
3.2 Compatibilité altitudinale

Altitude

À partir de 250 m, le tulipier commence à souffrir des gelées précoces et tardives. À partir de 400 m, les températures durant la période de végétation trop faibles combinées aux neiges lourdes empêchent l'installation du tulipier.



3.3 Sensibilités climatiques particulières

**Risques-Limitations :**

- Fagne, Famenne et Calestienne : gelées précoces et tardives
- Basse et moyenne Ardenne : gelées précoces et tardives, température durant la saison de végétation trop faible et neiges lourdes

Compensation possible :

- Basse et moyenne Ardenne : secteur chaud
- Haute Ardenne et Ardenne centro-orientale : aucun

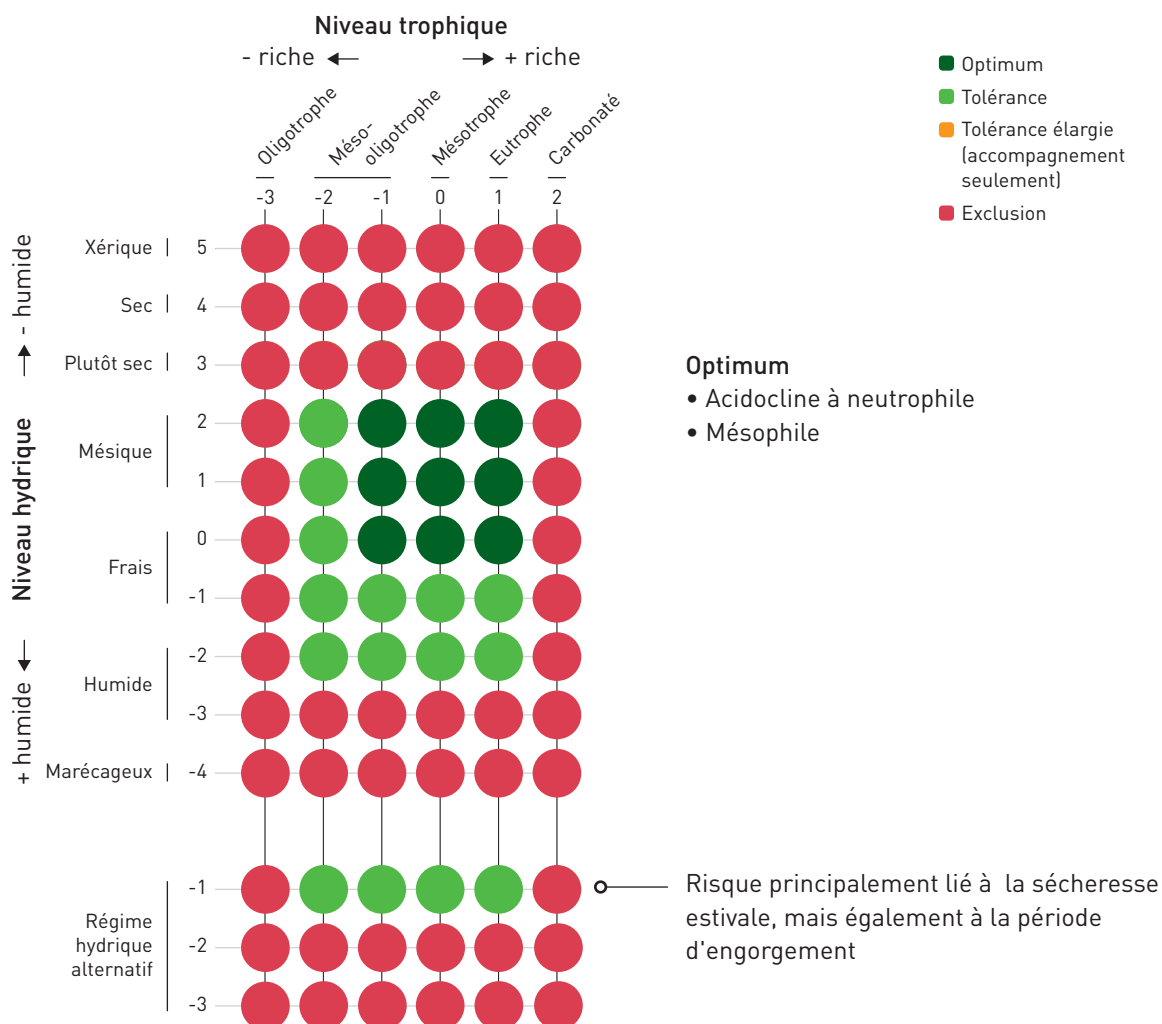
- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvenile	TS	
Adulte	S	
Gelée précoce		
Juvenile	TS	Sensible au stade juvénile, sa résistance au froid augmente avec l'âge
Adulte	S	
Sécheresse		
Juvenile	S	En conditions de sol favorables, sa résistance à la sécheresse peut être accrue par le développement d'un système racinaire important.
Adulte	S	
Canicule		
Juvenile	PS 😊	
Adulte	PS 😊	
Neige et givre		
Juvenile	S	Son bois léger et sa croissance forte rendent l'espèce sensible aux bris de cime. Bien que l'arbre puisse récupérer rapidement dans le cas de dégâts légers tels que des petites branches cassées, les dégâts peuvent favoriser le développement des pourritures
Adulte	S	
Vent		
Juvenile	S	
Adulte	TS	

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **sensible** (diagnostics complémentaires : test HCl sur terre fine et mesure du pH)

Acidité : **sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3		Aucun	Sondage pédologique
Sol méso-oligotrophe ou à tendance podzolique ● Profil f ou pH 3,8-4,5	-2	Faible volume de sol prospectable (sol peu profond, très caillouteux, etc.)	Sol plus riche en profondeur	Mesure du pH en profondeur

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			Relevé floristique Régime hydrique effectif Sondage pédologique Test de texture et de compacité
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f,i	-4 -3		Aucun	
Sol modérément humide à frais ● Drainage d ● Drainage e, h	-1 -2	Précipitations élevées (Ardenne) Texture lourde (E, U) Sol compact	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie > 60-70 cm (cas du drainage d)	

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **très sensible** 😞

Risque principalement lié à la sécheresse estivale mais également à la période d'engorgement

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i ● Drainage h	-3 RHA -2 RHA		Aucun	Régime hydrique effectif Contexte lithologique
● Drainage d	-1 RHA	Contexte shisto-argileux de Famenne Sol peu profond : phases 2 ou 3	Sol meuble et/ou bien structuré Profondeur d'apparition des taches d'hydromorphie > 60-70cm	Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)

Déficit hydrique : **sensible**

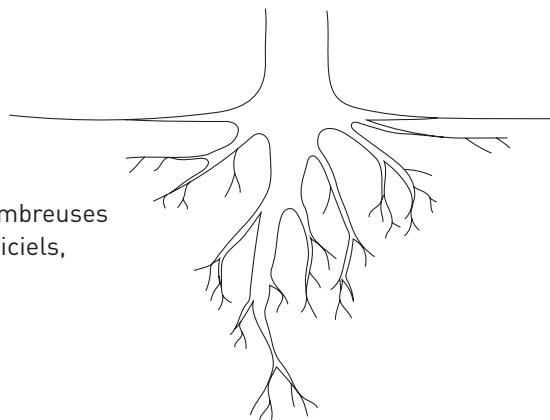
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol très superficiel ● Phase 6	5			Position topographique
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5	Aucun	Aucun	Sondage pédologique profond
● Sol plutôt sec à xérique	3-5			Test de compacité et de texture

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel
Pivotant à oblique (en cœur) et traçant

Le tulipier présente un pivot principal profond mais aussi de nombreuses racines latérales étendues et bien développées. Sur sols superficiels, une croissance accrue des racines latérales est observée. 😊



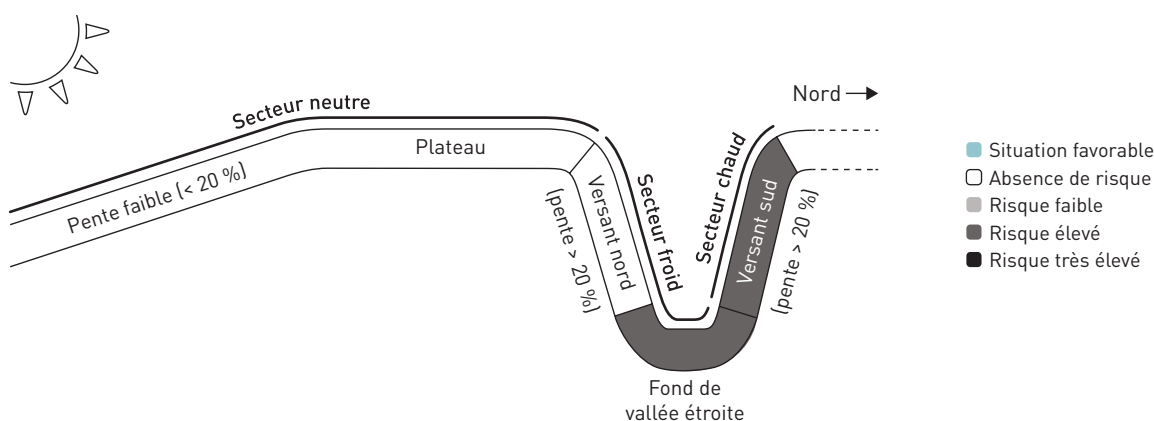
Sensibilités aux contraintes édaphiques

Anaérobiose : **sensible**

Compacité du sol : **sensible**

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable
Substrat u		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Test de structure (sols argileux)
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm) Horizon a faiblement compact	Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis

4.4 Effets des microclimats topographiques



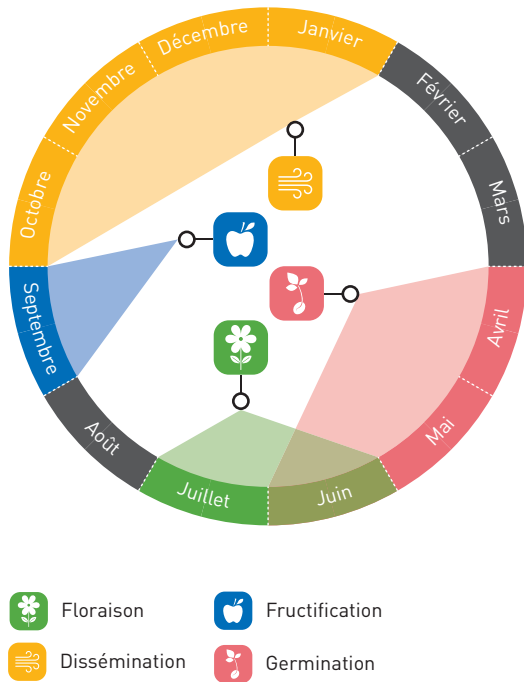
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Gelées précoces et tardives.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Risque élevé. Risque de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : fin avril à octobre.

Régénération sexuée



Régénération asexuée

Le tulipier rejette de souche.

Maturité sexuelle : 15 à 20 ans.

Type de fleurs : hermaphrodites.

Localisation entre individus : monoïque.

Pollinisation : entomogamie.

Type de fruit : cônes dressés libérant des akènes ailé (samare).

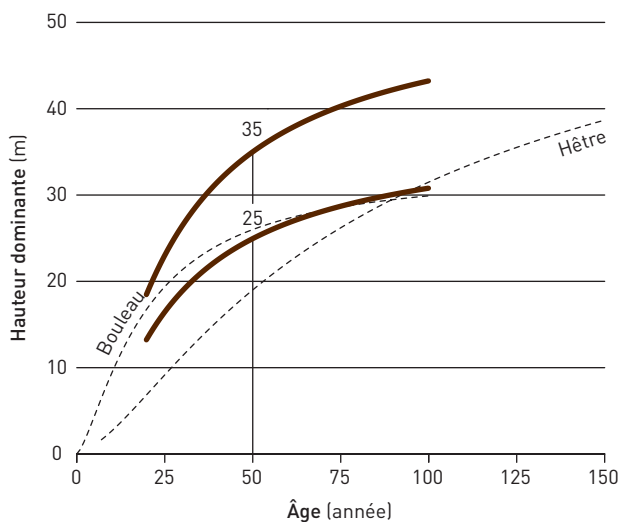
Fréquence des fructifications : 1 an.

Mode de dissémination : anémochorie.

Les graines sont orthodoxes. Elles ont une dormance profonde. En conditions artificielles, la dormance est levée par 16-24 semaines de froid humide (3°C).

L'autopollinisation par les abeilles est assez fréquente. Le fort taux de consanguinité dans les peuplements naturels entraîne un faible taux de germination des graines, qui est rarement supérieur à 5%, malgré une fructification régulière.

5.2 Croissance et productivité



Non validée pour la Belgique

Croissance : précoce, moyennement rapide et non soutenue.

Hauteur à maturité (m) : 25 à 35 m (jusqu'à 50 m dans son aire d'origine).

Productivité (AMV m³/ha/an) : 5 à 11 m³/ha/an vers 70 ans (productif).

Longévité : plus de 400 ans dans son aire d'origine.

Exploitabilité : 50 à 70 ans (dimensions commerciales atteintes).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

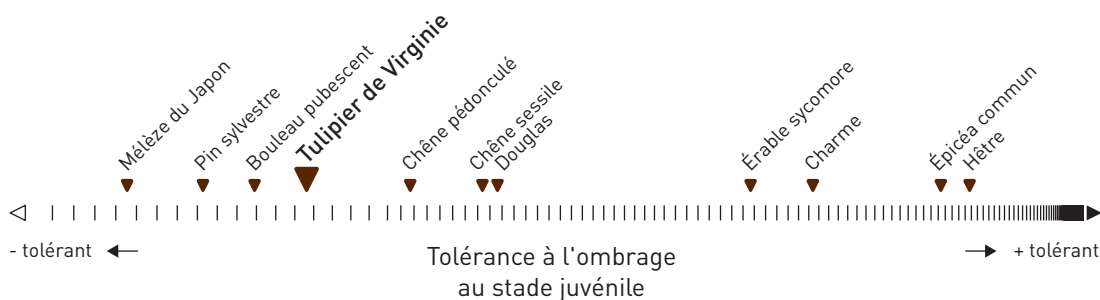
Essence héliophile.

Supporte un couvert supérieur léger uniquement pendant les premières années.

Stade adulte

Essence héliophile.

Exige la pleine lumière, ne supporte pas la compétition latérale.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Aucun
Faible	Réduction de la croissance, mortalité
Mise en lumière brutale	Gourmands

5.4 Précautions à l'installation

Essence héliophile très sensible à la compétition, il est donc nécessaire de strictement contrôler la concurrence. Il est également indispensable de protéger les plants au moment de l'installation contre les dégâts de la faune sauvage.

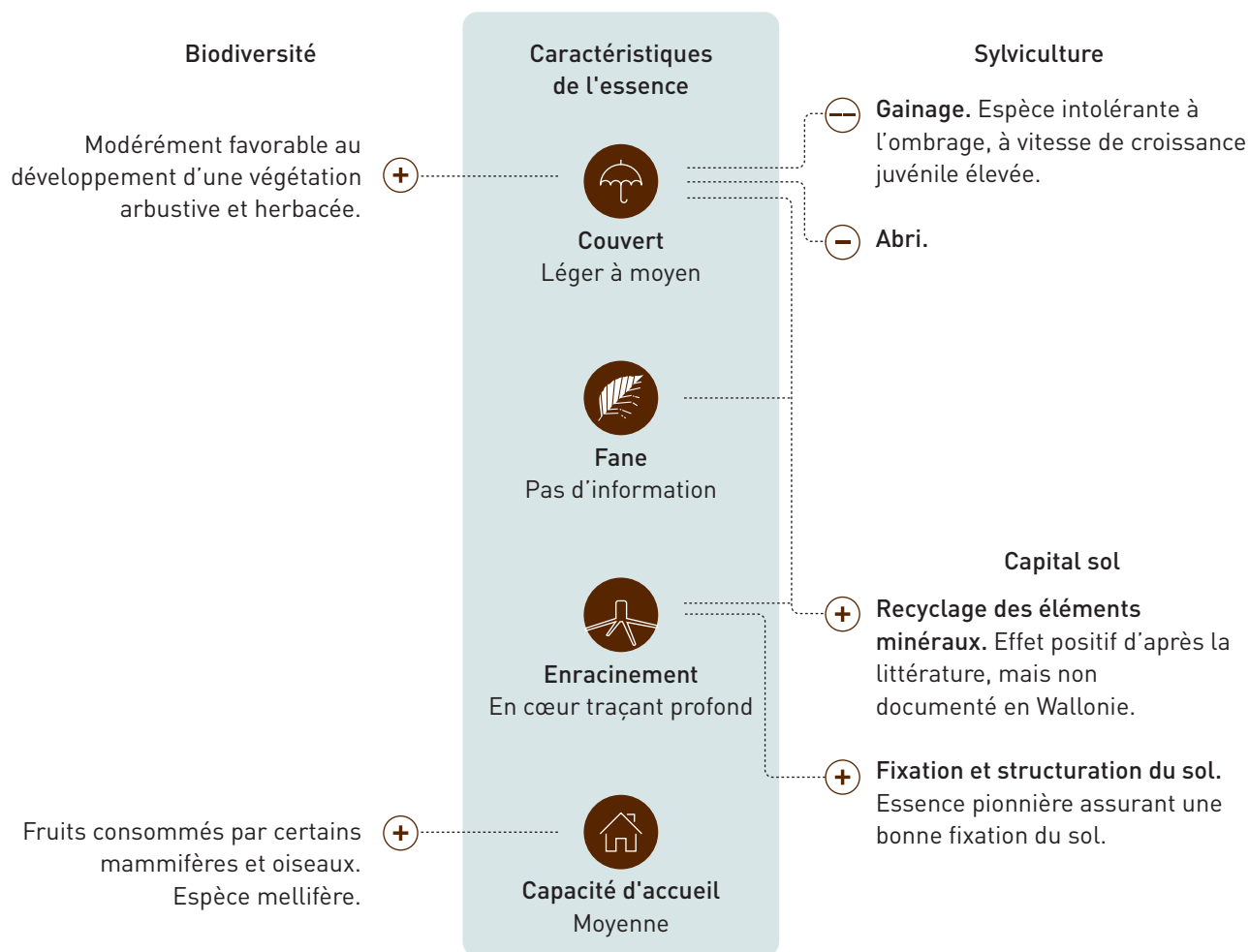
Absence d'infos concernant sa capacité à se régénérer naturellement en Région wallonne.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Nodosité importante		Élagage artificiel
Fourchaison importante		Défourchage
Très sensible à l'humidité après abattage (pourriture)		Débarder rapidement

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Forte	
Écorcement	Forte	
Frottage	?	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux



Pathogènes

Aucune pathologie particulière.



Insectes

Puceron du tulipier

Illinoia liriodendri

Site d'attaque : feuilles.

Symptômes et dégâts : petits pucerons vert clair produisant de grosses quantités de miellat. Faible déformation et décoloration du feuillage.

Conditions : -

Caractère : primaire. Originaire d'Amérique du Nord. Arrivé en Europe fin des années 90 et maintenant largement répandu.

Risque : possibilité de propagation au peuplement.

Conséquences : effet sans doute limité sauf en cas de pullulations extrêmes.

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		Bois tendre
Utilisations extérieures		Non durable
Aménagements intérieurs	✓	Menuiserie, ébénisterie
Usages spécifiques	✓	Tranchage et déroulage, caisserie, tournerie, jouets, lutherie

Le tulipier présente un retrait très faible au sciage. Il est facile à sécher et supporte des températures de séchage particulièrement élevées (150 °C). Facile à usiner et à travailler. Il est peu durable (il craint l'humidité et est sensible à la pourriture) mais présente des caractéristiques technologiques intéressantes lorsqu'il est dense et sec.

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques

Les faibles températures durant la saison de végétation pouvant limiter la productivité du tulipier de Virginie, une augmentation des températures estivales pourrait être favorable à sa croissance dans les sites bien pourvus en eau.

Le tulipier de Virginie est cependant sensible à la sécheresse ; une augmentation de la fréquence des sécheresses printanières ou estivales pourrait donc le fragiliser sur les stations à faible réserve hydrique.

Par sa forte sensibilité à l'engorgement du sol, l'augmentation éventuelle des précipitations hivernales pourrait également constituer un facteur défavorable dans les stations à régime hydrique alternatif.

Enfin, sa grande sensibilité au bris de branche pourrait constituer un facteur de risque en cas d'augmentation de la fréquence des tempêtes.

9 Références majeures

- Beck D. (1990). Yellow-Poplar (*Liriodendron tulipifera* L.). In : Burns R.M., Honkala, B.H. **Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agriculture handbook 654.** US. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC.
- Brach J. (2002). **En forêt aussi, le tulipier de Virginie (*Liriodendron tulipifera* L).** Forêt entreprise 148 : 54-58.
- Timbal J. (1991). **Le tulipier de Virginie – Écologie.** ONF – Bulletin technique 19 : 15-24.





Tsuga hétérophylle

Hemlocktannen^{DE}, Westamerikaanse hemlockspar^{NL},
Western hemlock^{EN}

Tsuga Heterophylla (Rafn.) Sarg.

TSUGA
HÉTÉROPHYLLE

1 Résumé

1.1 Atouts

- Potentiel de **production** très élevé.
- Peu exigeant vis-à-vis de la **richesse minérale** du sol, ne craint pas les contextes acides.
- **Tempérament très sciophile** permettant son installation en sous-étage sous réserves denses. Son utilisation est propice à l'occupation des trouées de faible étendue (à des fins d'enrichissement) et aux travaux de conversion.
- **Régénération naturelle** abondante, et particulièrement adaptée à la **régénération sous couvert**, en particulier en futaie jardinée.
- En cas de pousse terminale abimée, celle-ci est facilement remplacée par le développement d'un **rameau latéral**.

1.2 Limites

- **Particulièrement sensible aux stress hydriques** (sécheresse, vent desséchants), le Tsuga hétérophylle doit obligatoirement être introduit dans des situations où tout risque de déficit hydrique est exclu : pluviosité importante, hygrométrie élevée ou approvisionnement en eau du sol constant.
- Calcifuge.
- Craint fortement l'**insolation** directe dans le jeune âge, risque de coups de soleil.
- **Enracinement très superficiel** prédisposant l'essence aux **chablis**. Risque accru pour les **stations exposées au vent**, et en cas de **sol compact**.
- Le **caractère envahissant** du Tsuga hétérophylle, qui se régénère de manière exubérante sous couvert, incite à la prudence.

2 Distribution naturelle et ressources en Wallonie

2.1 Distribution naturelle



L'aire naturelle du tsuga hétérophylle s'étend le long de la côte du Pacifique depuis le sud de l'Alaska jusqu'en Californie.

Une extension de son aire naturelle pénètre à l'est, en zone continentale, dans le massif des Montagnes Rocheuses. Il est l'arbre emblématique de l'Etat de Washington, où il est abondamment représenté.

Ce conifère est naturalisé dans divers pays d'Europe.

- Aire principale
- Présence ponctuelle

- ☺ Atout face aux changements climatiques
- ☹ Faiblesse face aux changements climatiques

2.2 Distribution et ressources en forêt wallonne

Le tsuga hétérophylle est une espèce peu plantée en Wallonie. Son tempérament très sciaphile permet son utilisation dans les travaux de conversion ou d'enrichissement, même sur des trouées de faibles étendues où il est planté en sous-étage sous réserve dense.

3 Facteurs bioclimatiques

3.1 Compatibilité bioclimatique

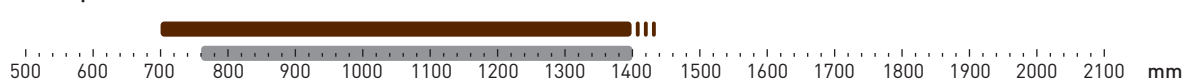
Température annuelle moyenne : 0 à 11 °C



Températures minimale et maximale absolues : min. -47 °C / max. 40 °C

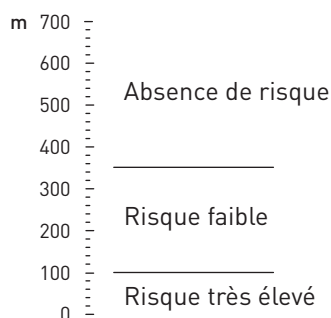


Précipitations annuelles totales : min. 700 mm

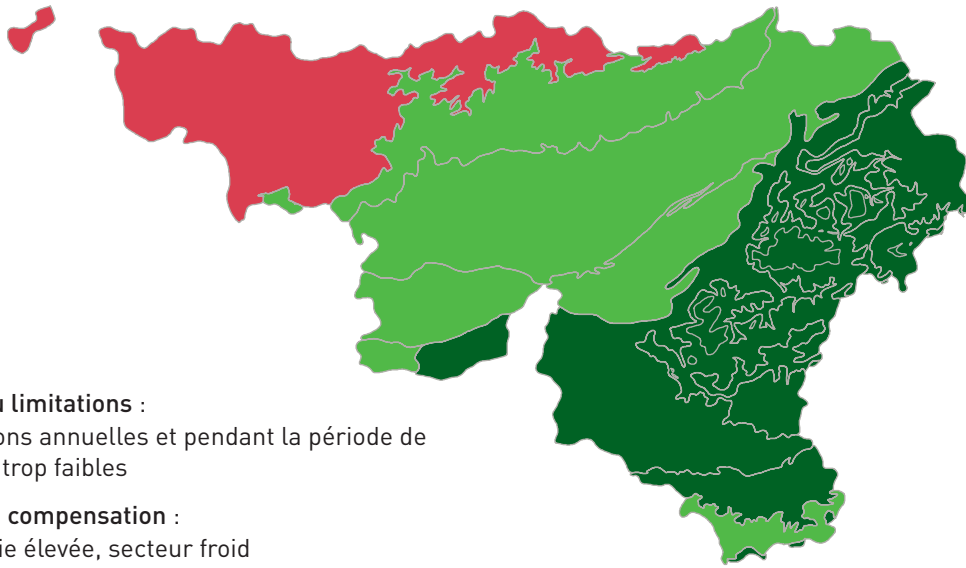


3.2 Compatibilité altitudinale

Cette essence est particulièrement sensible à la sécheresse atmosphérique, également hors végétation (vents froids et secs).



3.3 Sensibilités climatiques particulières



Risques ou limitations :
précipitations annuelles et pendant la période de
végétation trop faibles

Facteur de compensation :
hygrométrie élevée, secteur froid

Facteur et stade	Sensibilité	Commentaire
Gelée tardive		
Juvénile	PS	
Adulte	PS	
Gelée précoce		
Juvénile	S	Importance de la provenance dans la sensibilité aux gelées précoces
Adulte	S	
Sécheresse		
Juvénile	TS ☹️	Impérativement éduquer les plants sous couvert
Adulte	TS ☹️	Le tsuga hétérophylle craint fortement les déficits hydriques du sol et de l'air
Canicule		
Juvénile	TS ☹️	De fortes chaleurs estivales peuvent provoquer des dessèchements, notamment de la pousse terminale, mais cette dernière est aisément remplacée par un rameau latéral
Adulte	TS ☹️	
Neige et givre		
Juvénile	S	
Adulte	PS	
Vent		
Juvénile	TS	Risque de dessèchements
Adulte	TS	Risque de dessèchements Risque de chablis, de par son enracinement superficiel

PS : peu sensible | S : sensible | TS : très sensible

4 Définition de l'aptitude

4.1 Écogramme d'aptitude



4.2 Contraintes édaphiques

Contraintes chimiques

Sol carbonaté : **sensible** (diagnostics complémentaires : test HCl sur terre fine et mesure du pH)

Acidité : **peu sensible**

Facteur de risque	NT	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol oligotrophe ou podzolique ● Profil g ou pH < 3,8	-3		Aucun	

NT : niveau trophique

Contraintes hydriques

Engorgement (apport d'eau B ou C : fond de vallée, bas de versant, etc.) : **sensible**

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol tourbeux ou paratourbeux ● Texture V ou phase (v)	-4			
Sol marécageux à très humide ● Drainage g ● Drainage f,i	-4 -3		Aucun	Relevé floristique Régime hydrique effectif
Sol modérément humide ● Drainage e,h	-2	Précipitations élevées (Ardenne) Texture lourde (E, U) Sol compact	Hydromorphie non fonctionnelle Sol meuble et/ou bien structuré	Sondage pédologique

Sol à régime hydrique alternatif (RHA) (apport d'eau A : plateau) : **sensible**

Risque principalement lié à la sécheresse estivale.

Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
● Drainage i	-3 RHA		Aucun	
● Drainage h	-2 RHA	« Argiles blanches* » (familles de sigles Ghx) Contexte schisto-argileux de Famenne	Apports d'eau locaux importants (microtopographie) Précipitations élevées (Ardenne)	Régime hydrique effectif Contexte lithologique Test de texture Test de compacité Test de structure (sols argileux)
● Drainage d	-1 RHA	Sol peu profond : phases 2 ou 3	Sol meuble et/ou bien structuré	

* Se référer à la fiche technique « Sols à argiles blanches, typologie et aptitudes stationnelles » (TIMAL *et al.* 2012).

Déficit hydrique : très sensible ☹️

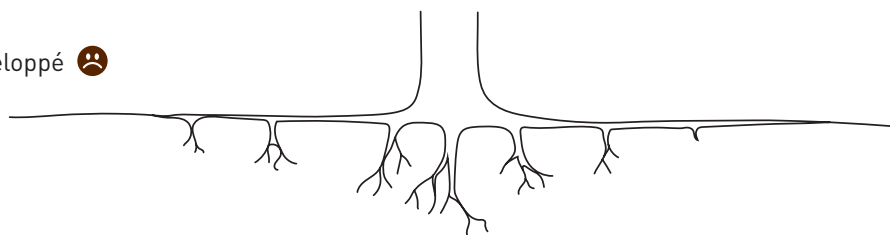
Facteur de risque	NH	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol à drainage excessif ● Drainage a	5			
Sol très superficiel ● Phase 6	5		Aucun	Position topographique
● Sol plutôt sec à xérique	3-5			Sondage pédologique profond
● Sol mésique	2	Précipitations faibles (hors Ardenne)	Socle rocheux fissuré Précipitations élevées (Ardenne) Présence d'argile en profondeur : substrat u, développement de profil a et pour textures L, A et E, variante de matériau parental meuble y	Test de compacité et de texture

NH : niveau hydrique

4.3 Enracinement

Système racinaire potentiel

- Traçant, superficiel et largement développé 😞

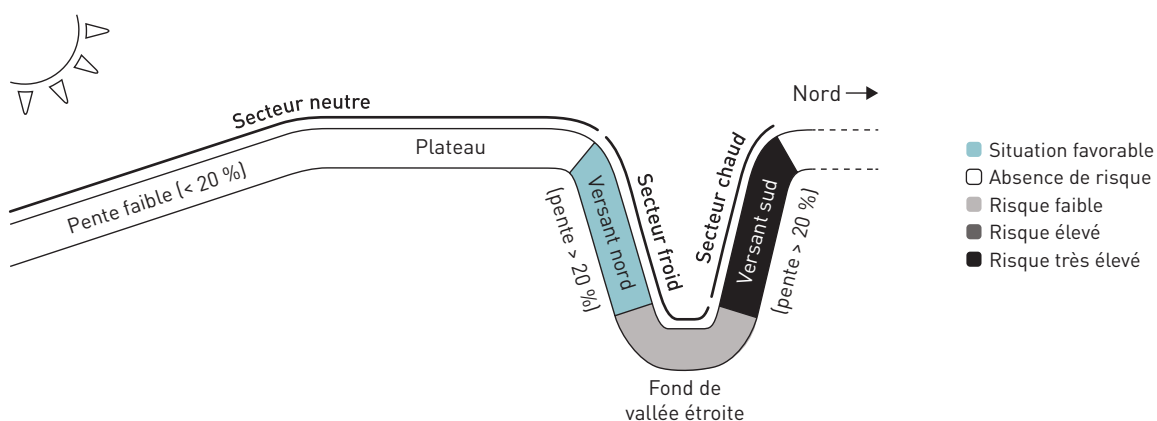


Sensibilités aux contraintes édaphiques

- Anaérobiose : sensible 😞
- Compacité du sol : sensible

Facteur de risque	Facteur aggravant	Facteur atténuant	Diagnostic de terrain
Sol/substrat à texture fine Texture U, E, substrat u	Hydromorphie	Bonne structure	Test de compacité indispensable
Fragipan Variante de développement de profil (m) Horizon B textural Développement de profil a		u apparaissant en profondeur (> 70 à 80cm)	Test de structure (sols argileux)
		(m) et a apparaissant en profondeur (> 70 à 80 cm)	Observation sur fosse pédologique ou galette de chablis

4.4 Effets des microclimats topographiques



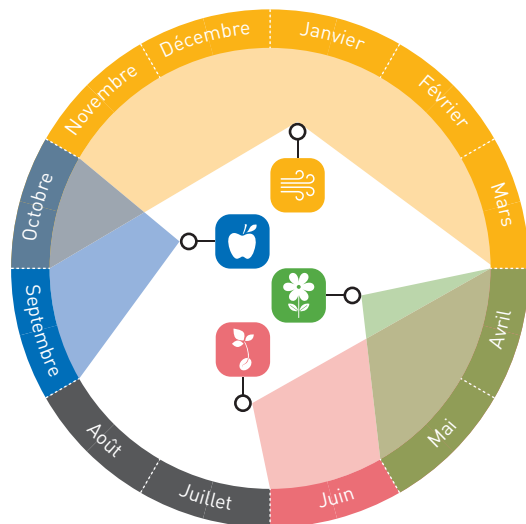
Plaines, plateaux et pentes faibles	<input type="checkbox"/> Absence de risque.
Versant nord	<input checked="" type="checkbox"/> Situation favorable. Hygrométrie élevée, brouillards.
Fond de vallée étroite	<input checked="" type="checkbox"/> Risque faible. Gelées précoces.
Versant sud	<input checked="" type="checkbox"/> Risque très élevé. Risque important de sécheresse, d'autant plus accru que la pente est marquée.

5 Aspects sylviculturaux

5.1 Phénologie et régénération

Période de foliation : persistant.

Régénération sexuée



Régénération asexuée

Pas de régénération asexuée en conditions naturelles.

Maturité sexuelle : 20 à 30 ans, avec une fructification abondante à partir de 35 ans.

Type de fleurs : unisexuées.

Localisation entre individus : monoïque.

Pollinisation : anémogamie.

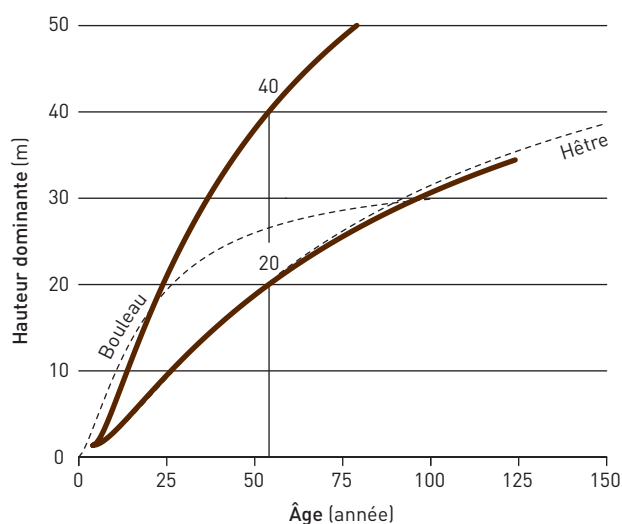
Type de fruit : fruit à cône (contenant les graines ailées).

Fréquence des fructifications : 2 à 5 ans.

Mode de dissémination : anémochorie.

Les graines sont orthodoxes mais avec certains problèmes de conservation. La dormance est faible et se lève par un froid humide (3°C) de 4-6 semaines. En conditions naturelles, c'est l'hiver qui assure la levée de dormance pour une germination au printemps.

5.2 Croissance et productivité



Non validée pour la Belgique

Croissance : précoce, rapide et moyennement soutenue.

Hauteur à maturité : 25 à 35 m (jusqu'à 79 m dans son aire d'origine).

Productivité (AMV) : 12 à 23 m³/ha/an vers 50 ans (hautement productif).

Longévité : 300 à 500 ans dans son aire d'origine.

Exploitabilité : 80 ans (avant l'apparition de pourriture du cœur, dimension d'exploitabilité atteinte).

5.3 Tempérament (comportement vis-à-vis de la lumière)

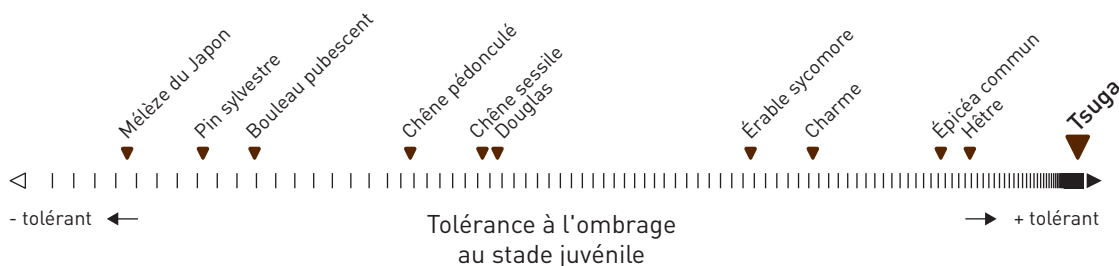
Tolérance à l'ombrage (survie et croissance)

Stade juvénile

Essence très sciaphile. Supporte une intensité lumineuse faible, présente un risque de déficit hydrique en cas de mise en lumière brutale.

Stade adulte

Tolère l'ombrage.



Réaction à la lumière (forme et qualité)

Niveau d'éclaircissement	Risque
Élevé	Branchaison vigoureuse
Faible	
Mise en lumière brutale	Coup de soleil

5.4 Précautions à l'installation

Plantation :

- L'enracinement des jeunes tsugas, dépourvu de pivot et aux nombreuses racines fines, se prête beaucoup mieux à l'éducation de plants en mottes que les essences qui développent un pivot.
- En raison de la sensibilité de cette essence aux stress hydriques, les plantations sans abris (après coupe rase par exemple) sont à proscrire.

Régénération naturelle :

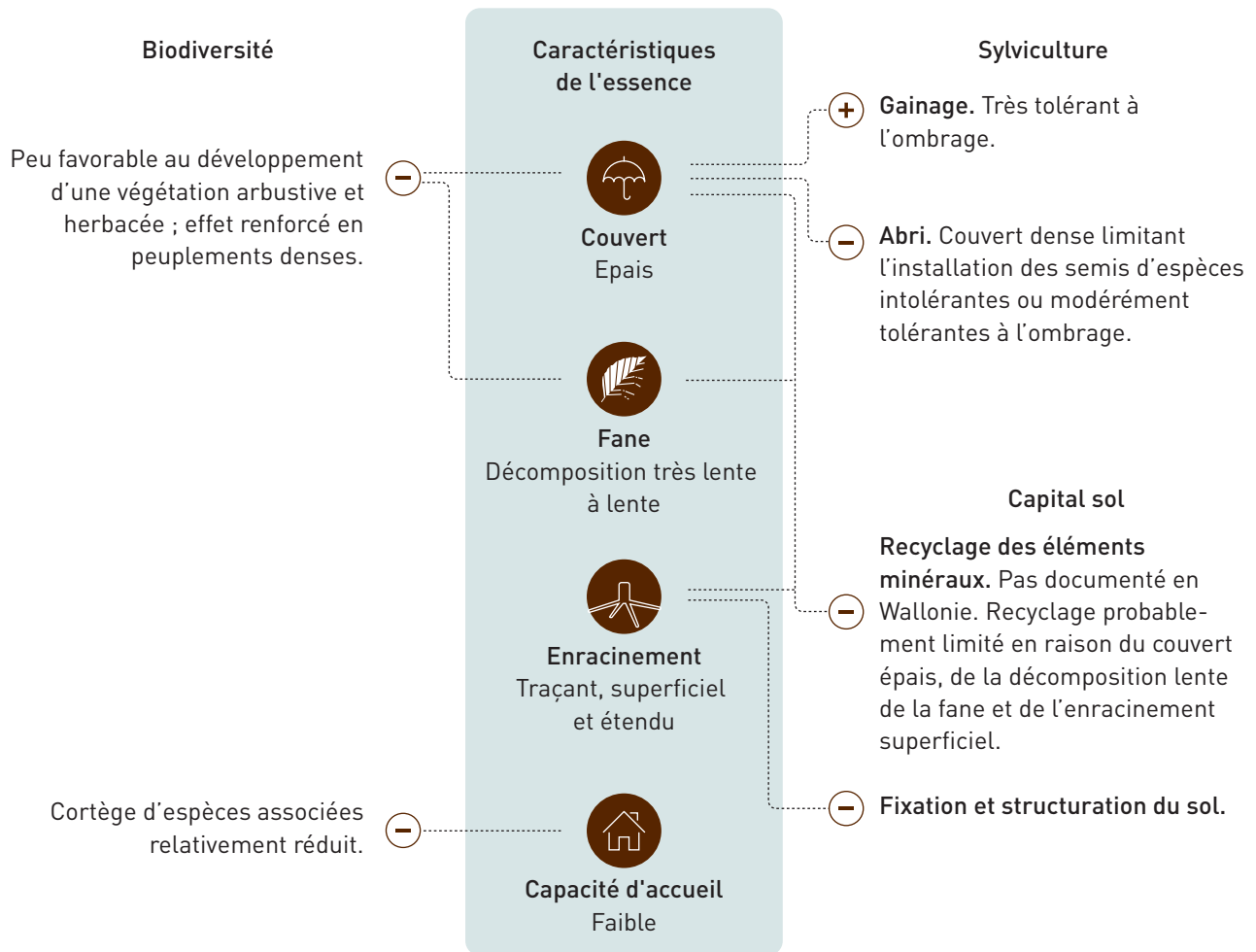
Sa régénération naturelle est exubérante. La régénération naturelle du tsuga hétérophylle nécessite impérativement la présence d'un couvert.

Provenances recommandables

Se référer au dictionnaire des provenances recommandables publié par le Comptoir des graines forestières : Comptoir des graines forestières (DNF, DGARNE, SPW) • Z.I. d'Aye • Rue A. Feher 2 • B-6900 Marche-en-Famenne environnement.wallonie.be/orvert



5.5 Impacts sylvicoles et écosystémiques



5.6 Principaux défauts de la grume et recommandations sylvicoles

Défaut	Cause probable	Recommandation
Noeuds noirs	Élagage naturel imparfait	Élagage artificiel
Pourriture du cœur	Causée par <i>Heterobasidion annosum</i> entre autres	Réduction de l'âge d'exploitation

6 Agents de dommages

6.1 Sensibilité aux dégâts de la faune sauvage

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abroutissement	Faible	
Écorcement	Forte	L'écorce est fine et présente une haute teneur en tanins
Frottage	Forte	

6.2 Ravageurs et agents pathogènes principaux

Pathogènes

L'armillaire (pourrié racinaire)

Armillaria spp.

Site d'attaque : racines.

Symptômes et dégâts : pourriture racinaire remontant dans la base du tronc, présence de palmettes blanches sous écorce, rhizomorphes, dépérissement, parfois carpophores au pied de l'arbre infecté (automne).

Conditions : -

Caractère : primaire ou secondaire, fréquent.

Risque : propagation possible aux arbres voisins (selon espèce d'armillaire et vitalité du peuplement).

Conséquence : mortalité possible d'arbres adultes.

Problématiques émergentes

La brûlure des pousses

Sirococcus tsugae

Site d'attaque : rameaux.

Symptômes et dégâts : brunissement des aiguilles, dépérissement des extrémités de pousses, chute d'aiguilles, écoulements de résine.

Conditions : -

Caractère : primaire - rare.

Risque : spores aériennes transmises aux arbres voisins par la pluie et par le vent sur de longues distances.

Conséquence : mortalité de jeunes plants.

Insectes

L'espèce semble avoir très peu de ravageurs connus (à part quelques problèmes avec des Adelgides exotiques en Amérique du Nord).

7 Valorisation potentielle du bois

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure	✓	Comparable au bois d'épicéa, de qualité légèrement inférieure
Utilisations extérieures		Poteaux
Utilisations intérieures		Plancher, menuiserie fine
Usages spécifiques	✓	Papier, caisserie (bois inodore). Bois sans canaux résinifères : un des meilleurs bois à papier.

8 Atouts et faiblesses face aux changements climatiques ☹️

Essence aux besoins en eau importants, le tsuga hétérophylle verrait son implantation limitée aux stations présentant une hygrométrie importante et/ou une

bonne alimentation en eau du sol. Les stations sujettes à la sécheresse sont donc à proscrire.

9 Références majeures

- Delvaux J. (1966). *Tsuga Heterophylla* (Raf.) Sarg. Buletin de la Société Royale Forestière 73(7) : 297-337.
- Packee E. (1990). *Tsuga heterophylla* (Raf.) Sarg. Western Hemlock. In : *Silvics of North America, volume 1: Conifers, forest service, u.s. department of agriculture Edition*. N° 654 in Agriculture Handbook.



