

FORÊT • NATURE

OUTILS POUR UNE GESTION
RÉSILIENTE DES ESPACES NATURELS

Tiré à part de la revue **Forêt.Nature**

La reproduction ou la mise en ligne totale ou partielle des textes
et des illustrations est soumise à l'autorisation de la rédaction

foretnature.be

Rédaction : Rue de la Plaine 9, B-6900 Marche. info@foretnature.be. T +32 (0)84 22 35 70

Abonnement à la revue Forêt.Nature :
librairie.foretnature.be

Abonnez-vous gratuitement à Forêt.Mail et Forest.News :
foretnature.be

Retrouvez les anciens articles de la revue
et d'autres ressources : **foretnature.be**



LES ÉCLAIRCIES DE RATRAPAGE EN PESSIÈRE

Synthèse bibliographique

PASCAL BALLEUX

GRÉGORY TIMAL

Centre de Développement Agroforestier de Chimay, UCL

Les récentes tempêtes de 1999 en France ont particulièrement dévasté le Massif Vosgien, région où l'effort de boisement de l'après-guerre avait été conduit de manière intense sous l'impulsion du Fond Forestier National. Or, en 1981, l'Inventaire Forestier National français avait révélé que seulement 12 à 19 % de ces peuplements d'épicéas étaient stables, près de la moitié en situation délicate, et plus du tiers en situation critique sur le plan de la stabilité. Ces peuplements souffraient déjà d'un retard frappant d'éclaircie près de 20 ans avant le passage des tempêtes de 1999...

En 1996, la Région wallonne comptait, 178 500 hectares d'épicéas dont 78 500 dans la tranche d'âge 20-50 ans, soit près de 44 %. Or, ces classes d'âges correspondent actuellement aux pessières éventuellement en retard d'éclaircies.

Face aux tempêtes, la question de l'éclaircie de rattrapage est donc un sujet des plus préoccupants.

Le présent article a pour objectif de faire le point sur les connaissances en matière d'éclaircie de rattrapage. Il présente la synthèse d'une revue bibliographique essentiellement ciblée sur l'éclaircie de rattrapage de l'épicéa.

ÉTAT DES PEUPEMENTS RÉSINEUX DENSES EN RETARD D'ÉCLAIRCIES

Comme préalable à ce tour d'horizon des connaissances relatives à l'éclaircie de rattrapage, nous rappelons très brièvement ici quelques notions relatives à la productivité et à la stabilité des peuplements denses qui peuvent être considérés en retard d'éclaircie. Le lecteur souhaitant aller plus loin se référera aux articles en références. Ainsi :

- ◆ la hauteur dominante est indépendante du traitement mais la hauteur de cime vivante est d'autant plus faible que le peuplement est dense¹ ;
- ◆ le coefficient de décroissance ne semble pas modifié par l'intensité du traitement¹ ;
- ◆ la production en volume est identique quel que soit le traitement mais les volumes moyens des arbres

sont d'autant plus importants que le traitement est intensif¹ ;

- ◆ le volume bois-fort est lié linéairement à la hauteur dominante, indépendamment de la densité initiale² ;
- ◆ conséquence des bilans lumineux, thermiques et hydriques déficitaires, les cycles minéraux sont ralentis dans le sol à cause d'une activité microbienne plus faible³⁻⁴.

Suite à la tempête de 1982 dans le Massif Central, des études concernant la stabilité des peuplements résineux sous l'effet conjugué du facteur d'élanacement et de la hauteur dominante ont été réalisées. Trois zones ont ainsi été définies (figure 1) :

Zone I : Stabilité optimale du peuplement. Chaque tige est stable individuellement. Les éclaircies peuvent être fortes.

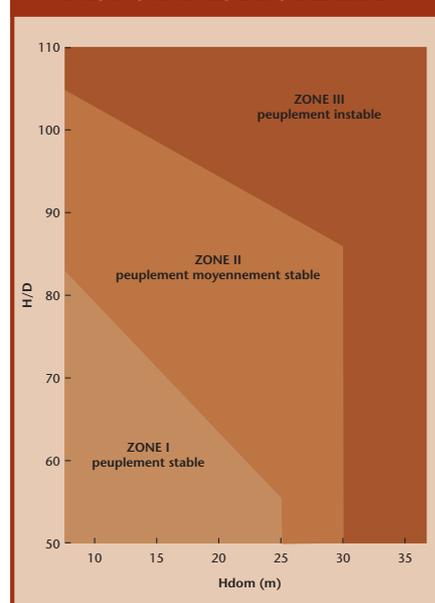
Zone II : Stabilité moyenne du peuplement. Le peuplement sans éclaircie est stable grâce à l'effet bloc des tiges, celles-ci s'appuyant les unes contre les autres. Une éclaircie à ce stade déstabilise cet ensemble en créant des trouées et en supprimant les appuis latéraux.

Zone III : Instabilité du peuplement. L'effet bloc n'est plus suffisant pour

stabiliser le peuplement qui est fortement fragilisé et vulnérable face au vent. Si le phénomène de chablis s'amorce, tout le peuplement peut être ravagé par l'effet du « château de cartes ».

Selon cette classification des domaines de stabilité, RIOU-NIVERT & LADEN⁶ notent qu'un peuplement laissé en

FIGURE 1 – CLASSIFICATION DES DOMAINES DE STABILITÉ⁵



évolution naturelle passe rapidement de la stabilité à l'instabilité totale, en traversant les 3 zones.

Les tables de DECOURT⁷ pour le Nord-Est et l'Ouest du Massif Central conduisent en zone III de stabilité respectivement dès 18 m et 22 m de hauteur dominante. Dans la pratique, ces stades sont ceux où intervient seulement la première intervention.

Les densités de plantations initiales semblent prédisposer les peuplements à une instabilité future, indépendamment du retard d'éclaircie dans lequel le peuplement peut se trouver. Plus la densité de plantation initiale est importante, plus le facteur d'élançement à 12 ans est important avec une forte corrélation entre ces deux facteurs⁸⁻⁹. La plantation à larges écartements est, *de facto*, conseillée si l'on veut maintenir le facteur d'élançement en dessous de 75. D'après BECQUEY⁵, la hauteur de première intervention devrait être intimement liée à la densité initiale : 8 m pour 4 444 tiges/ha, 10 m pour 2 500 tiges/ha, 12 m pour 1 600 tiges/ha et 14 m pour 1 100 tiges/ha.

ÉCLAIRCIES DE RATTRAPAGE

Définition

La notion de peuplement en retard d'éclaircie est assez difficile à cerner précisément. De façon pratique, les peuplements en retard d'éclaircie sont composés de tiges dont la croissance individuelle est ralentie par une forte concurrence et dont l'instabilité est telle qu'une éclaircie classique ne peut plus être pratiquée². Ils sont caractérisés par une densité et une hauteur dominante trop élevées.

Objectifs et principes

Alors que l'éclaircie classique a pour objectif l'amélioration de la croissance, de la stabilité, de la proportion des tiges de qualité et de l'état sanitaire global du peuplement, l'éclaircie de rattrapage peut se définir comme une intervention qui a pour vocation de corriger la dérive des éléments précédents avec :

- ◆ la relance de la croissance individuelle des tiges stagnantes à un niveau bas ;
- ◆ la correction du facteur de stabilité très dégradé ;

- ◆ l'amélioration de la proportion de tiges de vigueur et de qualité satisfaisantes ;
- ◆ l'amélioration de l'état sanitaire du peuplement.

Or, deux éléments majeurs limitent la nature de cette éclaircie : le risque encouru par l'ouverture du peuplement, tout d'abord, exprimé par le facteur de stabilité. Ensuite, la capacité de récupération ou de réaction en termes de stabilité et de croissance, qui pourrait justifier économiquement cette opération en regard du risque d'instabilité.

Pour HUBERT², le choix de la sylviculture à appliquer est difficile car aucune solution ne peut être pleinement satisfaisante au niveau de la croissance et de la stabilité.

Réaction des peuplements denses à une éclaircie tardive

Au sujet des peuplements résineux âgés de plus de 20 ans, RIOU-NIVERT¹¹⁻¹² décrit que la position sociale d'un individu est pratiquement immuable quels que soient le mode et l'intensité des éclaircies réalisées. De plus, après avoir subi la compétition pendant 20 à 30 ans, le peuplement atteint un seuil « d'hyper-concurrence » au-delà duquel les tiges ne réagissent plus à l'éclaircie.

Certains auteurs considèrent qu'éclaircir tardivement dans un peuplement de plus de 20 m de hauteur dominante est une opération vaine, car réalisée trop tard en regard de la réactivité des arbres. Et ils conseillent de pratiquer directement une coupe rase¹³⁻¹⁴.

Les peuplements d'épicéa du dispositif de l'IDF dans le Massif Vosgien², dont les densités initiales étaient comprises entre 3 100 et 10 000 tiges/ha, ont servi de base à l'étude de la réaction à une éclaircie de type sélective

avec cloisonnements. Pour la quasi-totalité des placettes, le niveau d'instabilité était critique (zone III).

Les principaux résultats de ces travaux, repris et approfondis⁶⁻¹⁵, ont révélé que la réaction d'un peuplement dense à l'éclaircie tardive dépend d'un grand nombre de facteurs, fonctions du peuplement (densité initiale, âge, hauteur dominante), de la station (fertilité, exposition) et de l'intervention (intensité et modalité de la coupe).

Les résultats obtenus à travers le dispositif de placettes ont permis de formuler les affirmations suivantes :

- ◆ la durée de la réaction à l'éclaircie tardive est de l'ordre de 5 ans et, dans une large mesure, quel que soit l'âge de l'intervention (à l'exception des éclaircies fortes et précoces qui montrent une réaction prolongée suivie d'une chute de l'accroissement) (figure 2) ;

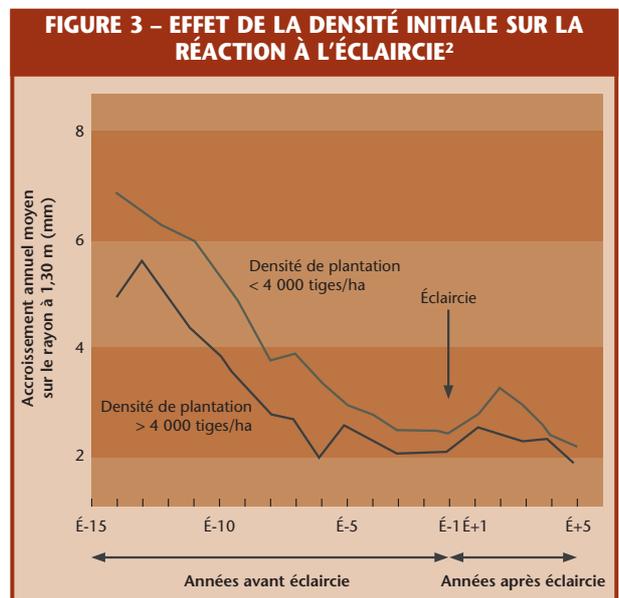
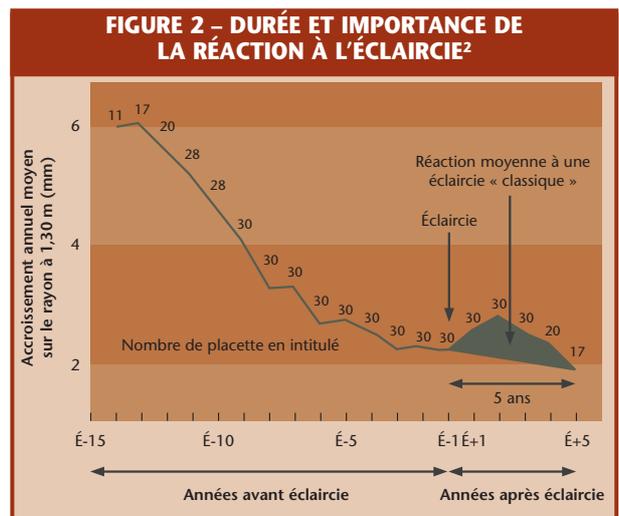


FIGURE 4 – EFFET DE L'INTENSITÉ DE L'ÉCLAIRCIE POUR 600 TIGES SUR LA CROISSANCE EN DIAMÈTRE?

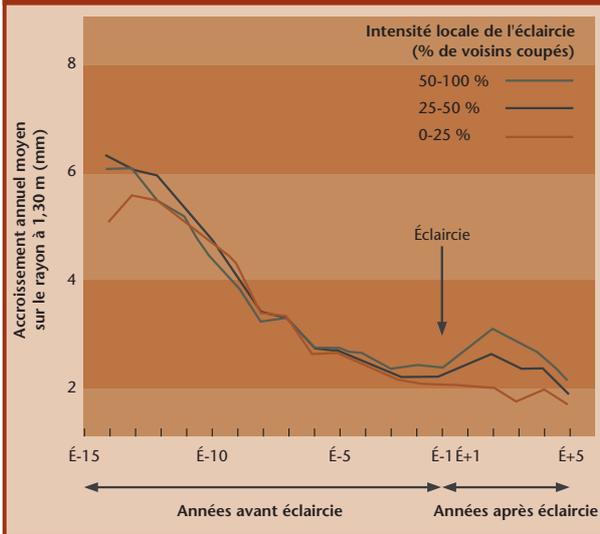


FIGURE 5 – ÉVOLUTION DU RANG SOCIAL DES ARBRES APRÈS ÉCLAIRCIE

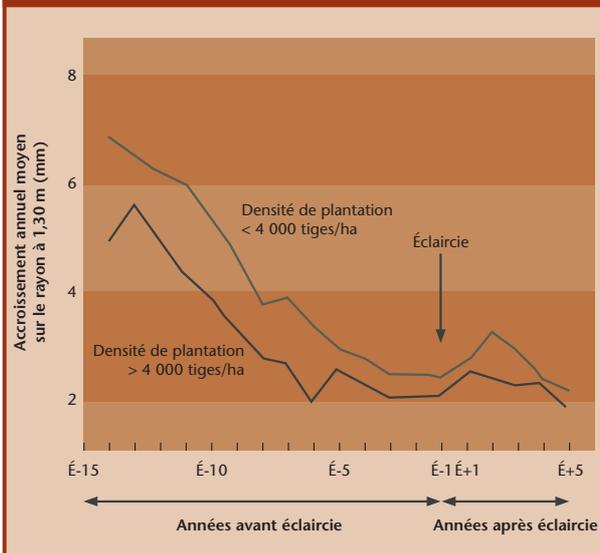
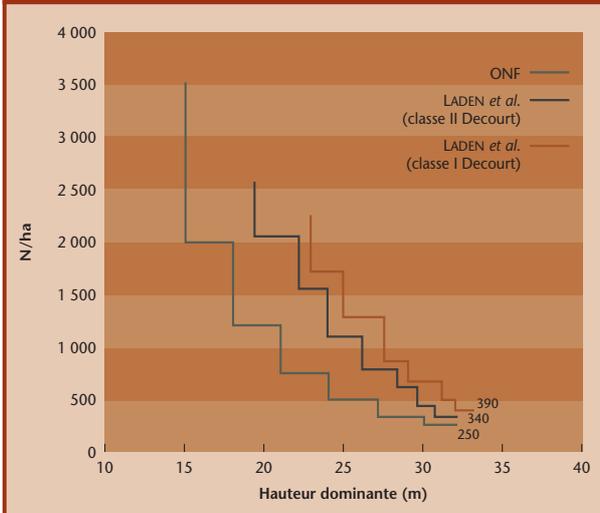


FIGURE 6 – NORMES D'ÉCLAIRCIE DE RATTRAPAGE POUR L'ÉPICÉA



◆ le gain biologique en diamètre moyen cumulé pendant les 5 ans suivant l'éclaircie est équivalent à une année de croissance supplémentaire. L'importance de ce gain

départ sont les suivantes :

- ◆ aucune intervention avant 30 ans ;
- ◆ première éclaircie tardive prudente maintenant un grand nombre de tiges ;

dépend de la classe de fertilité (+ 3 % entre la classe I et la classe II DECOURT⁷), de la densité initiale (- 3,3 % entre les niveaux de densité < 4 000 tiges/ha et > 4 000 tiges/ha) et la proportion de houppier (+ 8,3 % entre des arbres ayant moins de 50 % et plus de 50 % de branches vivantes) (figure 3).

◆ l'éclaircie a un effet net sur l'accroissement : les éclaircies fortes marquent mieux que les éclaircies faibles et les éclaircies de moins de 25 % n'ont pratiquement pas d'effet (figure 4) ;

◆ le rang social des arbres avant éclaircie n'a qu'une influence limitée sur la réaction à l'éclaircie, à densité pas trop forte : les dominés réagissent également mais l'inversion de rang social ne se produit jamais (figure 5).

Normes d'éclaircie de rattrapage

Dans la littérature, on retrouve assez peu de modèles de sylviculture traitant du sujet. Deux itinéraires de sylviculture de rattrapage ont été publiés.

LADEN *et al.*¹⁵ formulent, à partir des travaux de HUBERT², un modèle de sylviculture de rattrapage pour des peuplements d'épicéa denses. Ils n'ont cependant pas cherché à s'écarter du domaine de validité des tables de production de DECOURT⁷ (classe I et II) et n'ont pas simulé de sylviculture intensive (tableaux 1 et 2).

Leurs hypothèses de

- ◆ révolution de 60 ans en classe I et de 65 ans en classe II (classe de DECOURT⁷) ;
- ◆ volume moyen des arbres d'élite en fin de révolution de 1,2 m³.

Le modèle proposé se résume comme suit :

- ◆ densité initiale de plantation : 4 500 tiges / ha ;
- ◆ densité du début d'intervention : 2 200 tiges/ha (classe I) et 2 560 tiges (classe II) ;
- ◆ stade d'intervention : entre 19,5 et 23 m de hauteur dominante ;
- ◆ nombre d'interventions : 6 à 7 éclaircies jusqu'au terme ;
- ◆ intensité des éclaircies : 20 %, 25 % et 30 % pour les 3 premières puis 25 % ;
- ◆ rotation : 5 ans ;
- ◆ terme d'exploitabilité : 60 ans (classe I) et 65 ans (classe II).

Différents scénarios sylvicoles de l'épicéa ont été publiés par PAIN¹⁶ dans un bulletin technique de l'ONF. Une norme de sylviculture de rattrapage y est abordée selon les spécifications suivantes :

- ◆ scénario basé sur la hauteur dominante et non l'âge ;
- ◆ volume unitaire moyen en fin de révolution de 1,879 m³.

Le modèle se résume comme suit :

- ◆ densité initiale de plantation : > 3 500 tiges/ha ;
- ◆ densité du début d'intervention : 3 500 tiges ;
- ◆ stade d'intervention : 15 m de hauteur dominante ;
- ◆ nombre d'interventions : 6 éclaircies jusqu'au terme ;
- ◆ intensité des éclaircies : 43 %, 40 %, 38 %, 33 %, 30 % et 29 % ;
- ◆ rotation : tous les 3 m d'accroissement en hauteur dominante (environ tous les 5 ans) ;
- ◆ diamètre d'exploitabilité : 40 cm (125 cm de circonférence) ;

Les essais de l'Afocel, qui ont permis l'élaboration de cette norme, démontrent que l'on peut intervenir en rattrapage pour autant que la hauteur dominante ne dépasse pas 17 m. L'exploitation peut se faire avec des cloisonnements espacés de 5-6 lignes.

En travaillant au profit des arbres « objectif », il est ainsi possible de ramener progressivement le facteur

TABLEAU 1 – CLASSE DE FERTILITÉ I (DECOURT⁷)

Âge	Peuplement avant éclaircie				Éclaircie					Peuplement après éclaircie		Prod. tot	A moy	Obs.	
	Hdom	N	V tot	V moy	N	% N	V	% V	V pré. cum.	N	V				
0	-	4 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20	17,2	3 700	340	0,09	0	0	0	0	0	3 700	340	340	17,0		
25	20,1	2 850	460	0,16	0	0	0	0	0	2 850	460	460	18,4		
30	23	2 200	560	0,25	440	20	56	10	56	1 760	504	560	18,7		
35	25,1	1 760	629	0,36	440	25	88	14	144	1 320	541	685	19,6		
40	27,2	1 320	636	0,48	400	30	108	17	252	920	528	780	19,5		
45	29	920	618	0,67	230	25	98	16	350	690	520	870	19,3		
50	30,7	690	610	0,88	170	25	103	17	453	520	507	960	19,2		
55	32	520	567	1,09	130	25	96	17	549	390	471	1 020	18,5		
60	33,4	390	516	1,32	-	-	-	-	-	-	-	1 065	17,8	Coupe rase	

Prod. tot : production totale (m³) (Decourt) – A moy : accroissement moyen (m³/an) – Obs. : observation – Hdom : hauteur dominante (m) (Decourt) – N : nombre de tiges
V tot : volume total (m³) – V moy : volume moyen (m³) – % N : % nombre de tiges – V : volume (m³) – % V : % de volume – V pré. cum. : volume prélevé cumulé (m³).

TABLEAU 2 – CLASSE DE FERTILITÉ II (DECOURT⁷)

Âge	Peuplement avant éclaircie				Éclaircie					Peuplement après éclaircie		Prod. tot	A moy	Obs.	
	Hdom	N	V tot	V moy	N	% N	V	% V	V pré. cum.	N	V				
0	-	4 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20	13,3	4 000	165	0,04	0	0	0	0	0	4 000	165	165	8,3		
25	16,5	3 100	305	0,10	0	0	0	0	0	3 100	305	305	12,2		
30	19,5	2 560	440	0,17	510	20	52	12	52	2 050	440	440	14,7		
35	21,9	2 050	513	0,25	510	25	82	16	134	1 540	431	565	16,1		
40	24,1	1 540	541	0,35	460	30	102	19	236	1 080	439	675	16,9		
45	26,2	1 080	544	0,50	270	25	97	18	333	810	447	780	17,3		
50	27,8	810	532	0,66	200	25	101	19	434	610	431	865	17,3		
55	29,6	610	506	0,83	150	25	101	20	535	460	405	940	17,1		
60	30,8	460	480	1,04	120	25	96	20	631	340	384	1 015	16,9		
65	32,0	340	434	1,28	-	-	-	-	-	-	-	1 065	16,4	Coupe rase	

Prod. tot : production totale (m³) (Decourt) – A moy : accroissement moyen (m³/an) – Obs. : observation – Hdom : hauteur dominante (m) (Decourt) – N : nombre de tiges
V tot : volume total (m³) – V moy : volume moyen (m³) – % N : % nombre de tiges – V : volume (m³) – % V : % de volume – V pré. cum. : volume prélevé cumulé (m³).



Dans tout parcellaire forestier, les peuplements d'essences et d'âges variés réclament des sylvicultures dynamiques en vue de favoriser leur stabilité.

d'élançement dans la zone de stabilité moyenne (zone II de la classification IDF).

Bien entendu, cette intervention tardive n'écarte pas le risque de vent domageable l'année suivant l'éclaircie, quelle qu'elle soit, car en zone II, chaque ouverture du peuplement amène le sylviculteur devant un risque de chablis en cas de vent fort. Le tableau 3 reprend la sylviculture préconisée.

La comparaison des deux normes proposées précédemment (figure 6), montre clairement une intervention beaucoup plus tardive de la norme LADEN *et al.*¹⁵ (H_{dom} de 19 à 23 m) par rapport à celle de l'ONF (H_{dom} de 15 m). D'autre part, la norme ONF est beaucoup plus intensive :

- ◆ première éclaircie de rattrapage > 40 % pour l'ONF contre 25 % pour LADEN *et al.*¹⁵ ;

TABLEAU 3 – NORME DE SYLVICULTURE DE RATTRAPAGE (PAIN¹⁶)

Hdom (m)	1 ^{ère} écl.	2 ^{ème} écl.	3 ^{ème} écl.	4 ^{ème} écl.	5 ^{ème} écl.	6 ^{ème} écl.	CR	
	15	18	21	24	27	30	32	
Av. écl.	N/ha	3 500	2 000	1 200	750	500	350	250
	D (cm)	13,0	15,3	18,8	23,5	29,2	35,5	40,0
	H/D	105	106	100	91	86	81	78
	Vu (m ³)	0,082	0,141	0,254	0,457	0,793	1,320	1,879
	Lc (mm)	3,9	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5
Écl.	N/ha (%)	43 %	40 %	38 %	33 %	30 %	29 %	-
	D (cm)	12,2	14,1	16,8	20,3	24,4	30,1	-
	Vu (m ³)	0,075	0,103	0,181	0,313	0,519	0,890	-
Ap. écl.	N/ha	2 000	1 200	750	500	350	250	-

Hdom : hauteur dominante – CR : coupe rase – Av. / Ap. : avant / après – Écl. : éclaircie – D : diamètre moyen
H/D : hauteur moyenne / diamètre moyen – Lc : largeur de cerne – Vu : volume unitaire.

TABLEAU 4 – CARACTÉRISTIQUES DENDROMÉTRIQUES DU PEUPEMENT D'ÉPICÉAS DE CROCQ¹⁷

Âge	33 ans
Densité initiale de plantation	3 861 tiges/ha
Densité restante en 1972 (avant 1 ^{ère} éclaircie)	2 404 tiges/ha
Hauteur dominante	22,0 m
Hauteur moyenne	18,7 m
Circonférence de l'arbre moyen	50 cm
Facteur d'espacement	10 %
Surface terrière	47,3 m ²
Volume bois-fort	463 m ³ /ha
Volume de l'arbre moyen	0,193 m ³

TABLEAU 5 – RÉPARTITION DES DÉGÂTS PAR CATÉGORIE DE CIRCONFÉRENCE¹⁷

Catégorie de circonférence (cm)	% de dégâts moyen des 3 modalités	Hauteur (m)	H/D
30	18,7 %	15,1	157
40	18,1 %	16,9	133
50	22,7 %	18,6	117
60	16,7 %	19,9	104
70	11,8 %	21,2	95
80	9,9 %	22,2	87
90	3,6 %	22,9	80

- ◆ prélèvements ultérieurs compris entre 40 % et 29 % pour l'ONF, entre 30 % et 20 % LADEN *et al.*¹⁵ ;
- ◆ densité finale des arbres élite de 250 tiges/ha pour l'ONF, contre 340 et 390 tiges/ha.

ESSAIS D'ÉCLAIRCIES DE RATTRAPAGE

Plantation d'épicéas de 33 ans à CROCQ (Creuse)

Une expérience, que l'on pourrait qualifier d'extrême en matière de rattrapage, a été tentée en 1972 sur une plantation d'épicéas à CROCQ dans la Creuse¹⁷. L'intérêt de ce dispositif était de pouvoir faire un site de vulgarisation dans une région où nombreux sont les peuplements qui ont été plantés serrés et n'ont jamais été éclaircis. Les caractéristiques dendrométriques de la parcel-

le fin 1972 sont reprises au tableau 4. D'après la table de production de l'Ouest du Massif Central de DECOURT⁷, à laquelle le peuplement se réfère, nous sommes en première classe de fertilité.

Trois traitements de deux répétitions chacun sont mis en place :

- ◆ un témoin : pas d'éclaircies ;
- ◆ un traitement de type *éclaircie classique* pied par pied et par le bas : prélèvement théorique de 25 % mais plus fort que prévu en pratique avec 36 % ;
- ◆ un traitement de type *éclaircie systématique* « *louvoyée* » une ligne sur quatre, c'est-à-dire prélevant en moyenne 1 ligne sur 4 mais en prenant soin d'épargner les lignes comprenant les plus gros arbres qui méritaient d'être conservés : au total, un peu plus de 25 % des tiges marquées et un peu moins de 25 % en volume.

Début 1974, l'exploitation est effectuée. L'hiver suivant, d'importants dégâts sont observés sur tous les traitements, essentiellement des bris, selon plus ou moins la même intensité. Ils sont localisés principalement sur les petits et moyens bois et à peine sur les gros.

L'explication de ce phénomène est venue par la suite avec l'examen des facteurs de stabilité par classe de circonférence (tableau 5). Les plus gros sujets (catégories 80 cm et 90 cm de circonférence) étaient les plus stables (H/D de 87 et 80) et les moins pénalisés par les chablis (moins de 4 % de dégâts pour la catégorie 90 cm).

Cet essai malheureux partait dans des conditions très difficiles (peuplement planté très dense, facteur d'élanacement très élevé). La « norme » d'éclaircie se voulait plutôt prudente avec des taux de prélèvements visés de 25 % se rapprochant de la sylviculture classique.

L'expérience nous a montré que le peuplement se trouvait dans un domaine de stabilité dans lequel le risque est omniprésent avant même l'intervention, les dégâts ayant été les mêmes dans tous les traitements.

Plantation d'épicéas de 50 ans en forêt domaniale de Guéry (Puy de Dôme)

L'ONF a réalisé en 1989 des essais de première et deuxième éclaircies de rattrapage dans différents peuplements d'épicéas âgés de 50 ans et situés en forêt domaniale de Guéry (Puy de Dôme).

Le premier essai est une éclaircie de rattrapage dans un peuplement jamais éclairci de 50 ans. Dans le second essai, les arbres ont également 50 ans mais ont déjà été éclaircis tardivement une première fois.

Première éclaircie de rattrapage

Le peuplement jamais éclairci a une densité d'environ 2 000 tiges/ha (hétérogène) pour 18 m de hauteur dominante, sur une station peu fertile en raison de l'altitude (nettement en dessous de la classe de fertilité III Ouest Massif Central).

Quatre modalités de traitement sont étudiées avec une répétition par modalité :

- ◆ *témoin* ;
- ◆ *éclaircie faible par le bas* avec cloisonnement tous les 17 m ;
- ◆ *éclaircie au profit de 400 tiges/ha* d'avenir désignées avec cloisonnement tous les 17 m ;
- ◆ *éclaircie mixte enlevant environ 30 % des tiges* avec cloisonnement tous les 17 m.

Les densités avant et après éclaircie dans chaque modalité de traitement, de même que les accroissements obtenus, sont repris dans le tableau 6.

En raison de l'hétérogénéité des densités rencontrées dans les parcelles, les résultats des accroissements sont à prendre avec certaines précautions. En effet, la modalité éclaircie mixte, la plus forte en terme de % de tiges prélevées, s'est révélée être la moins efficace au niveau de l'accroissement : la densité au moment de l'intervention y était cependant plus importante (2 500 tiges/ha au lieu de 1 500 et 1 800 tiges/ha).

Les résultats démontrent néanmoins un effet sensible de l'éclaircie de rattrapage sur la circonférence de l'arbre moyen et celui des arbres d'avenir (jusqu'à + 59 % pour les meilleures modalités).

En se reportant sur le diagramme des normes d'éclaircies (figure 6), on remarque que les traitements des éclaircies faibles par le bas et des éclaircies au profit des 400 tiges/ha se situent pratiquement dans la norme ONF.

Par ailleurs, les circonférences moyennes et la hauteur moyenne, déduites des tables de DECOURT⁷ à partir de la hauteur dominante, nous indiquent des facteurs d'élancement proches de 70 à 80, c'est-à-dire dans le bas de la zone II de stabilité. L'absence de mesures de hauteur après éclaircie ne nous permet pas cependant d'avancer la variation de ce dernier.

Ces résultats confirment donc une bonne réaction des peuplements denses aux éclaircies tardives, pour des densités et des hauteurs proches de la norme ONF avec des traitements moyens à forts (34 à 45 %).

La poursuite d'autres éclaircies livrera prochainement de nouveaux résultats.

Deuxième éclaircie de rattrapage

Ce dispositif a été éclairci une première fois faiblement par le bas. La hauteur dominante est de 24 m et la densité de 1 300 tiges/ha. La station est assez fertile (classe III Ouest Massif Central).

Quatre modalités de traitements sont étudiées avec une répétition par modalité :

- ◆ *témoin* ;
- ◆ *éclaircie faible par le bas* ;
- ◆ *éclaircie au profit de 250 arbres objectif/ha* ;
- ◆ *éclaircie mixte* enlevant environ 30 % des tiges.

Les densités avant et après éclaircie dans chaque modalité de traitement de même que les accroissements obtenus sont repris dans le tableau 7.

En première remarque, notons que, par rapport au témoin, l'effet de l'éclaircie est assez net sur l'accroissement en circonférence de l'arbre moyen, mais l'éclaircie mixte n'est pas meilleure que la faible. Le fait que la densité du témoin soit plus faible que celle des autres modalités pourrait expliquer le faible écart d'accroissement.

D'autre part, les auteurs font remarquer la disparition de tiges témoin qui peut introduire un biais dans les résultats obtenus.

Globalement, les résultats démontrent néanmoins un effet sensible de la seconde éclaircie de rattrapage sur la circonférence de l'arbre moyen et celui des arbres d'avenir mais cet effet ne semble pas varier suivant l'intensi-

TABLEAU 6 – RÉSULTATS DE LA PREMIÈRE ÉCLAIRCIE DE RATTRAPAGE (ONF, 1996)

Modalité	Densité (tiges/ha)			C moy			C moy des tiges d'avenir (400 tiges/ha)		
	Av. écl.	Ap. écl.	Prél.	Écl. (1988)	7 ans ap. écl. (1995)	Var.	Écl. (1988)	7 ans ap. écl. (1995)	Var.
Témoin	1 780	1 780	0 %	64,1	69,9	+ 5,8	77,4	84,8	+ 7,4
Écl. faible par le bas	1 520	1 000	34 %	72,4	79,9	+ 7,1	83,7	95,1	+ 11,4
Écl. au profit des 400 t/ha	1 820	1 000	45 %	68,1	76,3	+ 8,2	79,9	91,7	+ 11,8
Écl. mixte 30 %	2 450	1 310	47 %	64,4	71,4	+ 7,0	73,0	81,6	+ 8,6

C moy : circonférence moyenne (cm) – Av. / Ap. : avant / après – Écl. : éclaircie – Prél. : prélèvement – Var. : variation (cm).

TABLEAU 7 – RÉSULTATS DE LA DEUXIÈME ÉCLAIRCIE DE RATTRAPAGE (ONF, 1996)

Modalité	Densité (tiges/ha)			C moy			C moy des tiges d'avenir (250 tiges/ha)		
	Av. écl.	Ap. écl.	Prél.	Écl. (1988)	7 ans ap. écl. (1995)	Var.	Écl. (1988)	7 ans ap. écl. (1995)	Var.
Témoin	1 180	1 180	0 %	86,7	92,5	+ 5,8	103,1	112,6	+ 9,5
Écl. faible par le bas	1 320	1 010	23 %	80,8	89,5	+ 8,7	95,0	105,3	+ 10,3
Écl. au profit des 250 t/ha	1 370	900	35 %	87,3	94,5	+ 7,2	103,8	114,6	+ 10,8
Écl. mixte 30 %	1 350	820	39 %	92,7	101,0	+ 8,3	101,8	112,0	+ 10,2

C moy : circonférence moyenne (cm) – Av. / Ap. : avant / après – Écl. : éclaircie – Prél. : prélèvement – Var. : variation (cm).



© CDAF



© CDAF

té pratiquée, contrairement au cas précédent (1^{ère} éclaircie de rattrapage).

Par ailleurs, les circonférences moyennes et la hauteur moyenne, déduites des tables de DECOURT⁷ à partir de la hauteur dominante, nous indiquent des facteurs d'élanement proches de 75 à 85, c'est-à-dire dans le milieu de la zone II de stabilité. L'absence de mesures de hauteur après éclaircie ne

nous permet pas cependant d'avancer la variation de ce dernier. Les éclaircies de rattrapage continuent également et d'autres résultats sont encore attendus.

Les cloisonnements d'exploitation (à gauche) et les trouées de régénération (ci-dessus) posent également des problèmes de stabilité pour les arbres paroi.

Intérêt et limite de l'éclaircie de rattrapage

Plusieurs auteurs¹⁵⁻¹⁶ s'accordent pour dire que l'éclaircie de rattrapage ne parvient pas à rabaisser significativement le facteur d'élanement des peuplements denses quand il se situe en zone II de stabilité. De plus, les éclaircies fragilisent le peuplement d'autant plus qu'elles sont réalisées tardivement.

peuplements part de valeurs très élevées (139) puis redescend rapidement vers un niveau bas. La première éclaircie prélève 25 % des tiges à 25 ans à une H_{dom} de 17,7 m. Les peuplements traités suivant cette sylviculture sont cependant pratiquement toujours en zone III donc constamment instables.

Sur le plan économique, l'intérêt de l'éclaircie de rattrapage a également été étudiée par LADEN *et al.*¹⁵ à travers la comparaison de trois modèles de sylviculture :

- ◆ une sylviculture sans éclaircie : densité initiale de 4 500 tiges/ha ;
- ◆ une sylviculture avec éclaircies « relativement fortes » : densité initiale « vosgienne » de 4 500 tiges/ha, prélèvements de l'ordre d'un tiers des tiges à partir de 20 ans, et de l'ordre de 20 % en volume (voir tableaux 1 et 2) ;
- ◆ une sylviculture de rattrapage : éclaircie débutant à 30 ans selon la norme vue plus haut (voir tableaux 1 et 2).

Les normes de rattrapage proposées et les essais de l'ONF parviendraient, moyennant des interventions intensives, à ramener le facteur de stabilité en quatre éclaircies dans la zone de stabilité moyenne (figure 7).

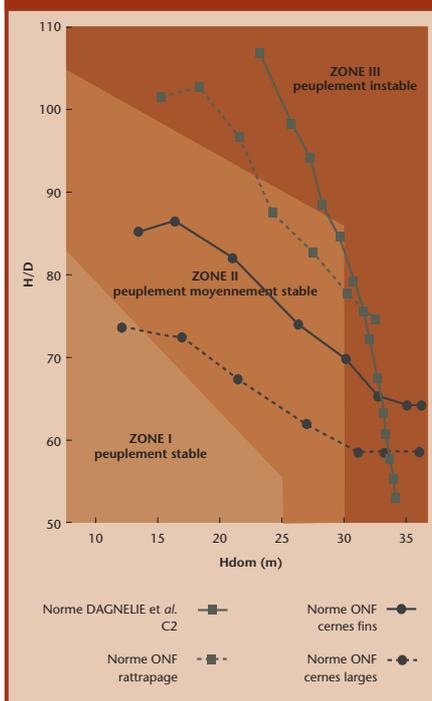
Par contre, une sylviculture réalisée selon un scénario « épicéa à cernes fins » (< 3 mm) ou « épicéa à larges cernes » (5-6 mm) permet de rester dans des domaines de stabilité plus acceptables.

À titre comparatif, il est intéressant de noter l'évolution de la norme de sylviculture des tables de production pour l'épicéa de DAGNELIE *et al.*¹⁸ en traitement C2. Le facteur de stabilité des

Il ressort de cette étude les éléments suivants :

- ◆ le gain en rentabilité de l'éclaircie de rattrapage est limité par rapport à la sylviculture sans éclaircie, sans

FIGURE 7 – ÉVOLUTION DU FACTEUR D'ÉLANEMENT DE LA NORME D'ÉCLAIRCIE DE RATTRAPAGE DE L'ONF PAR RAPPORT AUX NORMES ONF ET DAGNELIE ET AL.¹⁸



compter la prise de risques : les taux internes de rentabilité sont identiques dans les deux cas pour les bonnes stations (classe I de DECOURT) mais la sylviculture sans éclaircie est plus intéressante quand la fertilité de la station est moins bonne (classe II) ;

- ◆ les meilleurs résultats économiques sont acquis avec l'application d'éclaircies relativement fortes ;
- ◆ la sylviculture de rattrapage implique, afin d'augmenter la rentabilité, d'allonger le terme d'exploitabilité de 10 ans par rapport à une sylviculture classique, et de 20 à 25 ans par rapport à une sylviculture sans éclaircie où le TIR est maximum entre 35 et 45 ans.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les études réalisées en matière de normes des éclaircies de rattrapage en épicéa sont peu nombreuses et le cadre des peuplements pour lesquelles elles ont été conçues est limité :

- ◆ densités initiales de plantation entre 3 500 et 4 500 tiges/ha ;
- ◆ densités au moment de l'éclaircie de rattrapage entre 2 200 et 3 500 tiges/ha ;
- ◆ hauteurs dominantes au moment de l'éclaircie de rattrapage entre 17 et 23 m ;
- ◆ densités finales comprises entre 250 et 390 tiges/ha ;
- ◆ hauteurs dominantes au terme d'exploitabilité comprises entre 32 m et 33,4 m ;
- ◆ 6 à 7 éclaircies de rattrapage.

Sur ce type de peuplements denses de type « vosgiens », RIOU-NIVERT & LADEN⁶ apportent des consignes de gestion qui tiennent compte des contraintes économiques, sylvicoles et du risque dans une large mesure.

Pour les peuplements à risques très en retard d'éclaircies, en zone III de stabilité, la coupe rase précoce à une hauteur dominante de 25-30 m (vers 40 ans environ) est conseillée pour trois raisons :

- ◆ peuplements très instables, où l'éclaircie est dangereuse et le maintien sur pied un pari risqué ;
- ◆ croissance en diamètre très faible : l'attente de diamètres d'exploita-

tion importants correspondrait à des délais trop longs ;

- ◆ la rentabilité maximum est atteinte entre 35 et 45 ans.

Les peuplements fragiles, en zone II de stabilité, posent un choix de gestion difficile : intervenir en rattrapage ou pas.

En effet, laissés sans interventions, ces peuplements évoluent très rapidement vers la zone III comme nous l'avons vu précédemment, avec les conséquences que cela comporte, et où la seule solution acceptable est la coupe rase précoce. Cependant, cette solution n'est pas à exclure dans le cas de peuplements exposés aux vents dominants.

Les éclaircies très fortes (> 50 %) ne sont plus réalisables à ce stade, surtout si la hauteur dominante dépasse 17 m, car les tiges seraient privées de leur appui latéral durant un laps de temps trop important avant que le couvert ne se referme. À l'inverse, les éclaircies faibles (moins de 25-30 %) n'ont pratiquement pas d'effet sur la reprise en croissance et déstabilisent le peuplement. Seules les éclaircies moyennes (30-40 %) de rattrapage se justifient sur le plan sylvicole mais les risques encourus vis-à-vis du vent sont importants en regard de l'allongement inévitable du terme d'exploitabilité.

La question de l'éclaircie de rattrapage doit également se poser pour les peuplements plantés et maintenus à densité plus faible dès le jeune âge, plus courants aujourd'hui en Belgique, comme l'ont révélé les inventaires de 1984 et 1996 dans les pessières soumises (2 000 tiges/ha au lieu de 2 500 tiges/ha entre 20 et 25 ans). Pour ces peuplements, l'évolution de l'élanement est probablement différente puisque les densités initiales sont plus faibles, ce qui autoriserait peut-être des intensités d'éclaircie de rattrapage plus énergiques et un regain de croissance et une amélioration de la stabilité plus rapide. ■

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier particulièrement Monsieur Riou-Nivert de l'IDF et les services de documentation de l'ONF.

Bibliographie

¹ ANDRE P. *et al.* [1994]. *Éclaircie en futaie résineuse*. Fiche technique n° 3, Division de la Nature et des Forêts.

² HUBERT A. [1988]. *Contribution à la recherche de solutions technico-économiques pour les peuplements résineux en retard d'éclaircie*. Centre National de la Propriété Forestière de Lorraine-Alsace.

³ BAILLY A. [1992]. Éclaircir les peuplements résineux : un impératif écologique ! *AFOCEL-ARMEF Informations-Forêts* n° 4, pp. 341-347.

⁴ SCOHY J.-P. [1994]. Conséquences écologiques de l'éclaircie en peuplements résineux. *Bulletin de la Société Royale Forestière* n° 6.

⁵ BECQUEY J., RIOU-NIVERT P. [1987]. L'existence de « zones de stabilité » des peuplements. Conséquences sur la gestion. *Revue Forestière Française* 39 (4), 323-334.

⁶ RIOU-NIVERT P., LADEN P. [1991]. Quel avenir pour les plantations d'épicéa commun dans l'Est de la France ? *Revue Forestière Française* n° 5, pp. 413-440.

⁷ DECOURT N. [1973], VANNIERE B. [1984]. *Tables de production pour les forêts françaises*, ENGREF, 159 p.

⁸ DE CHAMPS J., FERRON J.-L., MICHAUD D., SAVATIER N. [1982]. *Leçons à tirer de la tempête des 6-8 novembre 1982*. Annales AFOCEL, pp. 5-101.

⁹ DE CHAMPS J. [1982]. *Leçons à tirer de la tempête de novembre 1982 dans le massif central français*. *Bulletin de la Société Royale Forestière de Belgique* n° 6, pp. 288-294.

¹⁰ RIOU-NIVERT P. [1983]. Constatations et propositions pour un traitement énergétique des peuplements résineux artificiels : 1^{ère} partie. *Forêt entreprise* n° 7, pp. 29-43.

¹¹ RIOU-NIVERT P. [1983]. Constatations et propositions pour un traitement énergétique des peuplements résineux artificiels : 2^{ème} partie. *Forêt entreprise* n° 9, pp. 15-21.

¹² PARDÉ J. [1981]. Des bases scientifiques pour une sylviculture moderne des résineux : 2^{ème} partie. *Forêt entreprise* n° 7, pp. 25-28.

¹³ SCOHY J.-P. [1989]. Peuplements résineux : éclaircie et rattrapage. *Silva Belgica* n° 96/1, pp. 7-47.

¹⁴ LADEN, RIOU-NIVERT, THEVENET [1990]

¹⁵ PAIN O. [1996]. Sylviculture de l'épicéa commun. *Bulletin technique*, ONF n° 31, pp. 43-51.

¹⁶ DE CHAMPS J. [1976]. *Éclaircies tardives ou leçon à tirer d'un échec*, AFOCEL-ARMEF Informations-Forêts n° 2, fasc. 54, pp.1-8.

¹⁷ DAGNÉLIE P., PALM R., RONDEUX J., THILL A. [1986]. *Tables de production relatives à l'épicéa commun*. Les presses agronomiques de Gembloux, 122 p.

Cette synthèse bibliographique a été réalisée dans le contexte de l'accord-cadre de recherche forestière (DNF, UCL, FUSAGx).

PASCAL BALLEUX

GRÉGORY TIMAL

Centre de développement
agro-forestier de Chimay
Route de la Fagne, 34
B-6460 Chimay
cdaf@skynet.be