

FORÊT

• NATURE

n°
156

OUTILS POUR UNE GESTION RÉSILIENTE DES ESPACES NATURELS



Tiré à part du Forêt.Nature n° 156, p. 48-57

UNE CARTE DES PRINCIPAUX TYPES DE PEUPELEMENTS FORESTIERS DE BELGIQUE ET DU NORD DE LA FRANCE

Corentin Bolyn (GxABT-ULiège), Nicolas Latte (GxABT-ULiège), Vincent Colson (CAPFP-OEWB),
Anne Fourbisseur (Carah), Nicolas Vanderheeren (CRPF Grand Est), Philippe Lejeune (GxABT-ULiège)

Rédaction : Rue de la Plaine 9, B-6900 Marche. info@foretnature.be. T +32 (0)84 22 35 70. Photo de couverture : © Stanislav Duben/Adobe Stock
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

Une carte des principaux types de peuplements forestiers de Belgique et du Nord de la France

Corentin Bolyn¹ | Nicolas Latte¹ | Vincent Colson² | Anne Fourbisseur³
Nicolas Vanderheeren⁴ | Philippe Lejeune¹

¹ Gembloux Agro-Bio Tech (ULiège)

² Cellule d'Appui à la Petite Forêt Privée (OEWB)

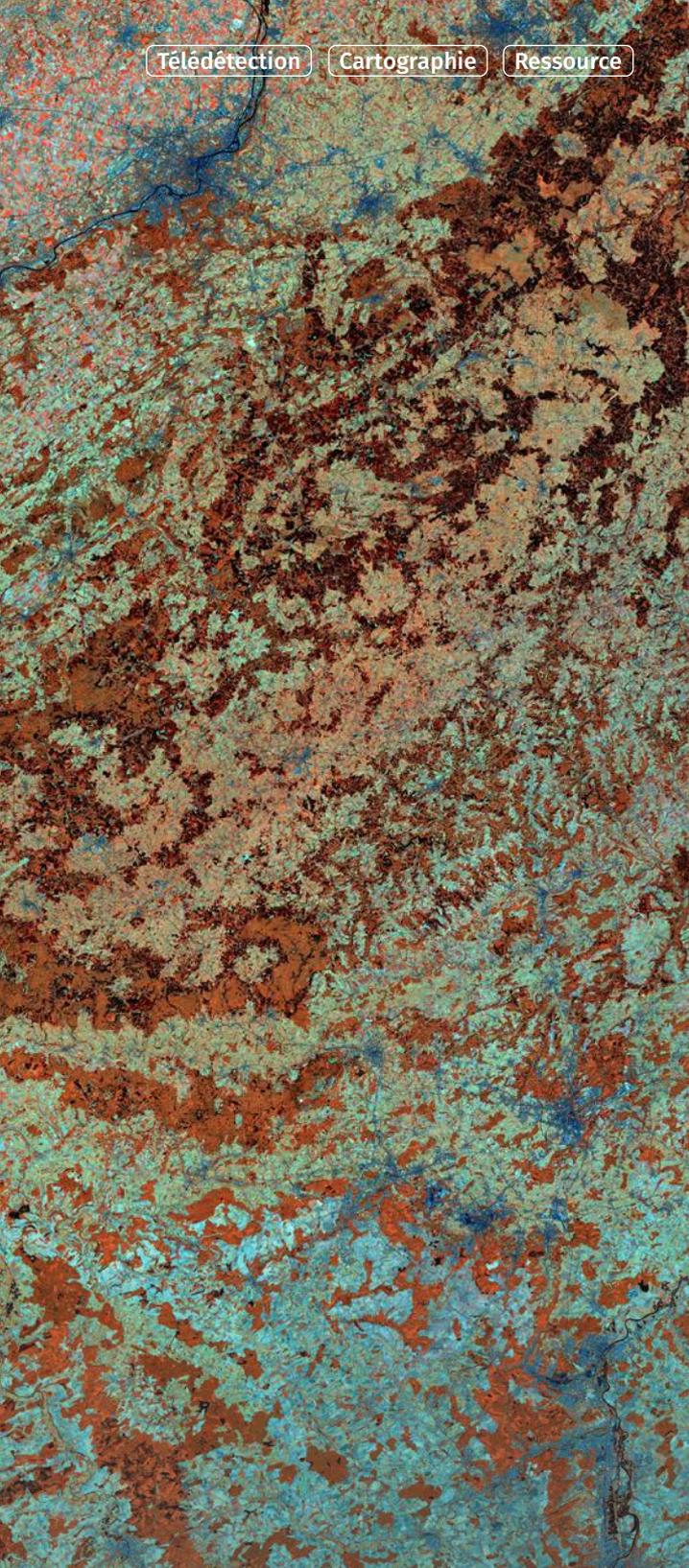
³ Carah Asbl

⁴ Centre Régional de la Propriété Forestière Grand Est

Grâce aux nouvelles images satellitaires il est aujourd'hui possible de mieux identifier les peuplements et leur composition. Si la précision reste trop faible pour en faire un outil de gestion local, les améliorations à venir sont prometteuses pour les forestiers.

RÉSUMÉ

La connaissance de la ressource forestière à l'échelle d'une région ou d'un pays est un préalable à la mise en place d'une politique forestière réfléchie. Complémentaire aux inventaires par échantillonnage, la télédétection constitue une source alternative d'information pour la description des ressources forestières aux échelles régionales, nationales et transnationales. Avec le lancement récent des satellites Sentinel-1 et Sentinel-2 (Copernicus) en 2014-2016, l'offre en image satellitaire a connu une petite révolution. Ces nouvelles données ont agrandi le champ des possibles en termes de cartographie des forêts et de leur compo-



La connaissance globale de la ressource forestière à l'échelle d'une région ou d'un pays est un préalable à la mise en place d'une politique forestière réfléchie. Cette connaissance passe généralement par la mise en place d'inventaires forestiers à grande échelle réalisés par échantillonnage (placettes). Bien que de tels inventaires constituent une source précieuse de renseignements pour les acteurs de la forêt, ils présentent trois limitations importantes. Tout d'abord, le plan d'échantillonnage empêche bien souvent de fournir des résultats pertinents pour des zones de surfaces faibles. De plus, le suivi de la dynamique forestière est limité par la durée longue du cycle des inventaires régionaux et nationaux, qui peut dépasser les 10 ans. Enfin, si l'on considère la production ligneuse, les rayons d'approvisionnement de l'industrie du bois s'étendent bien au-delà des frontières administratives auxquelles se limitent les inventaires.

La télédétection constitue une source alternative d'information pour la description des ressources forestières aux échelles régionale, nationale et transnationale. Parmi ces informations, on pense, en premier lieu, à la délimitation des forêts et à leur composition spécifique. Avec le lancement du programme Copernicus et de ses satellites Sentinel-1 et Sentinel-2 en 2014-2016 (encart 1), l'offre en images satellitaires a connu une petite révolution. Le projet interreg *Forêt Pro Bos** a utilisé cette nouvelle source de données pour développer une méthode de cartographie des principaux types de peuplements de Belgique et du Nord de la France. Forêt Pro Bos ne couvrant pas l'ensemble du territoire belge, le soutien de Gembloux Agro-Bio Tech (via l'Accord-cadre de recherches et de vulgarisation forestières) et du projet Interreg *Regiowood 2*** a permis d'étendre cette étude au reste du territoire belge.

Des images satellitaires à la carte thématique

Des images sans nuages

La première difficulté qui a dû être surmontée dans cette étude réside dans la taille de la zone d'intérêt : 62 000 km². Même si les images Sentinel-2 sont livrées par tuile de 100 km de côté, la zone d'étude comprend au total quatorze tuiles. La seconde difficulté a été de générer une image synthétique sur l'ensemble de la zone, à la fois homogène radiométriquement et exempte de nuages. Pour surmonter ces deux difficultés, il a fallu combiner un grand nombre d'images (plus de cinq cents) acquises à différentes dates durant la période de végétation 2018 (du 1^{er} mai au 30 septembre 2018).

sition spécifique. Dans ce contexte, une méthode a été développée pour cartographier les principaux types de peuplement de Belgique et du Nord de la France. Bien que la précision atteinte à ce jour reste trop faible pour en faire un outil de gestion local suffisamment fiable, les résultats ont démontré le très grand potentiel des images Sentinel pour réaliser la cartographie des essences forestière sur une échelle transfrontalière. Cette approche en développement laisse entrevoir des améliorations conséquentes à moyen terme pour soutenir les acteurs de la gestion forestière.

* foret-pro-bos.eu

** regiowood2.info

Encart 1. La constellation de Satellites Sentinel

L'agence spatiale européenne (ESA) a développé une série de missions satellite, appelées *Sentinels*, spécialement pour les besoins opérationnels du programme *Copernicus* de la commission européenne². Ce dernier vise à fournir des données de précision, actualisées et aisément accessibles afin d'améliorer la gestion de l'environnement, de comprendre et limiter les effets du changement climatique et d'assurer la sécurité civile. Parmi celles déjà en orbite, deux constellations de deux satellites sont particulièrement intéressantes pour le suivi des forêts par télédétection : Sentinel-1 et Sentinel-2.

Sentinel-1

La mission Sentinel-1 comprend deux satellites héliosynchrones à orbite polaire. Les Satellites Sentinel-1A et 1B ont été lancés en avril 2014 et avril 2016 respectivement. Ils fournissent de tout temps, nuit et jour, des images radar de la surface terrestre. Chaque satellite a un cycle de répétition de 12 jours avec 175 orbites par cycle. La constellation offre ainsi un cycle de répétition exact de 6 jours à l'équateur³.

Sentinel-2

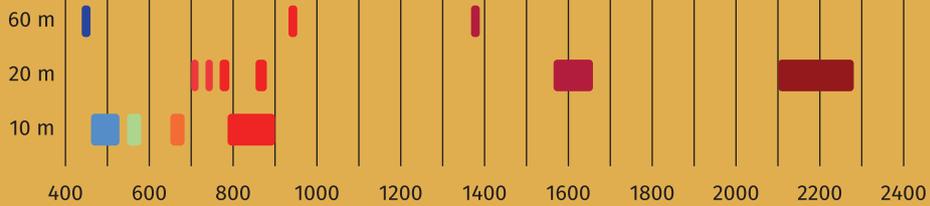
Les satellites Sentinel-2A et Sentinel-2B ont été conçus pour fournir de l'imagerie optique haute résolution. Ils ont été lancés respectivement les 23 juin 2015 et 7 mars 2017. Placés sur la même orbite héliosynchrone, déphasés de 180° l'un de l'autre, ils ont une fréquence de revisite très élevée : 10 jours à l'équateur pour chaque satellite, c'est-à-dire 5 jours pour les deux satellites. En juillet 2020, environ 20 millions de produits ont été générés et mis à disposition gratuitement en téléchargement, ce qui représente un total de 10 pétaoctets (10^{15} octets).

Le capteur des satellites Sentinel-2 enregistre la lumière du soleil réfléchiée par la surface terrestre en treize bandes spectrales. Parmi celles-ci, quatre bandes sont enregistrées à 10 mètres de résolution spatiale (1 pixel représente 100 m² au sol), six bandes à 20 mètres et trois bandes à 60 mètres. La haute fréquence de revisite et la qualité des données en font un outil précieux pour le monitoring de la végétation en général et des forêts en particulier⁴.

Spectre lumineux



Résolution spatiale



Contrairement aux images optiques Sentinel-2, les images radar Sentinel-1 sont insensibles à la couverture nuageuse mais elles sont beaucoup plus difficiles à déchiffrer en raison d'un phénomène de chatoiement important, surtout en présence de végétation. Pour contrer ce problème, les images Sentinel-1 ont été agrégées par période de 1 mois.

Pour l'année 2018, qui est l'année d'acquisition des données sources pour la méthode présentée dans cet article, nous disposons donc de plusieurs images : une image Sentinel-2 (période de végétation 2018) et douze images Sentinel-1 (une par mois de l'année 2018). Ces données sont illustrées à la figure 1.

Cartographier l'emprise forestière

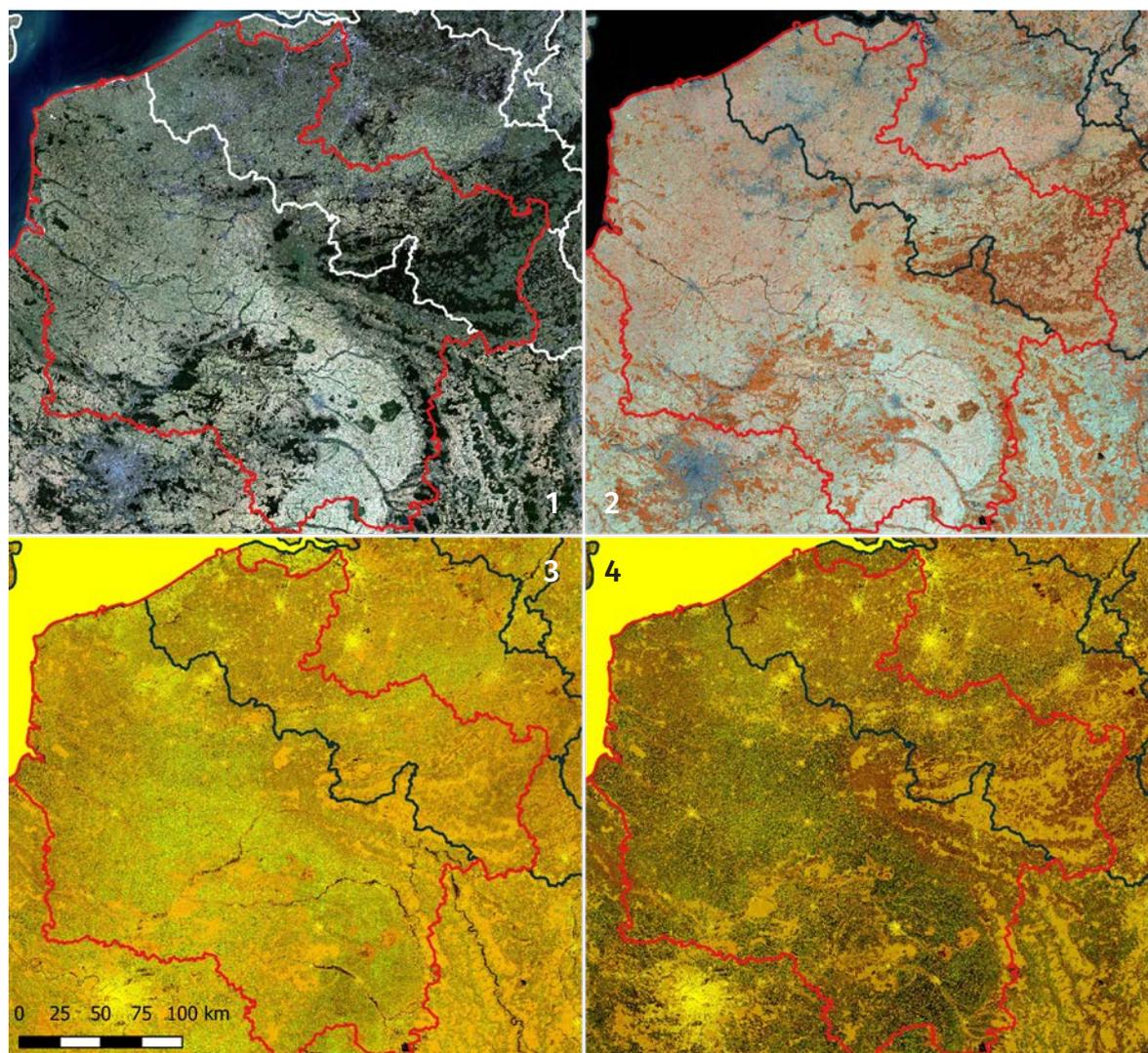
Préalablement à la cartographie des principaux types de peuplements, il a été nécessaire de délimiter les

zones forestières selon les critères édictés par la FAO : surface supérieure à 0,5 hectare et largeur d'au moins 20 mètres. Cette définition a en outre été restreinte aux surfaces ligneuses, c'est-à-dire, effectivement boisées. Les mises à blanc et les landes ne sont donc pas reprises dans cette cartographie. Les surfaces forestières ligneuses ont été délimitées par une méthode de classification opérée par pixel (10 mètres de côté) reposant sur les images synthétiques présentées plus haut (Sentinel-1 et 2). Le résultat de cette première étape est illustré à la figure 2.

Cartographier les principales essences forestières

La troisième étape visait à différencier les principaux types de peuplement présents au sein de ces surfaces forestières ligneuses. Les cartes de composition en essences considèrent généralement trois classes: feuillus, résineux et mixtes. Une classification plus fine a

Figure 1. Illustration des images synthétiques. 1 : Sentinel-2 en composition colorée (RGB). 2 : Sentinel-2 en fausses couleurs (Nir, Swir 1 et Swir 2). 3 : Sentinel-1 janvier 2018. 4 : Sentinel-1 août 2018. La ligne rouge délimite la zone considérée par le projet Interreg Forêt Pro Bos. La ligne noire délimite les frontières nationales.



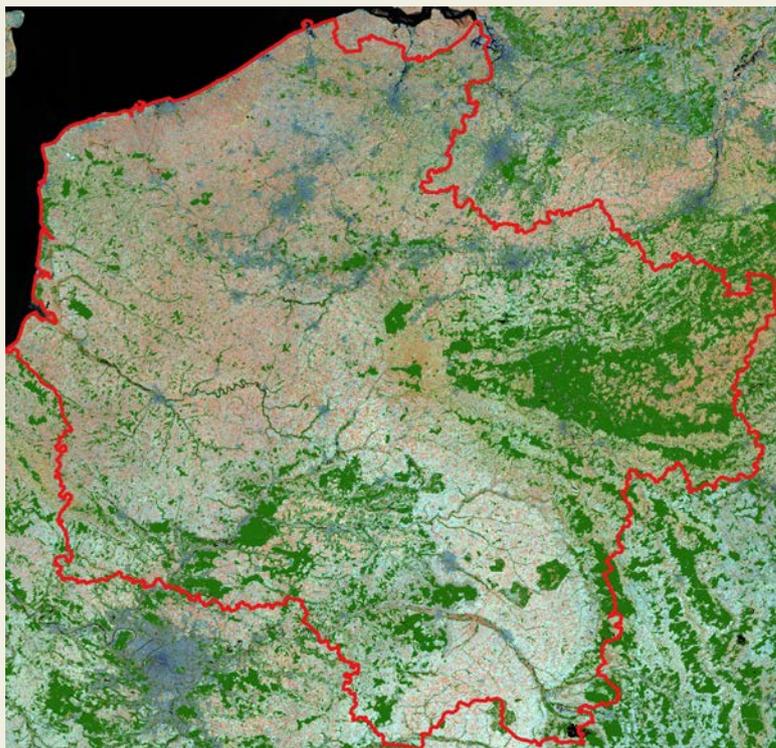


Figure 2. Surfaces forestières ligneuses de la zone du projet Interreg Forêt Pro Bos.

Figure 3. Répartition spatiale des données d'entraînement utilisées pour la confection de la carte.



-  Frontière nationale
-  Département français ou province belges
-  Projet Interreg France-Wallonie-Vlaanderen
-  Sites pilotes du projet
-  Parcelle de référence
-  Production participative

été réalisée en considérant les principales essences feuillues et résineuses. La légende retenue comporte cinq classes résineuses : douglas, épicéas, mélèzes, pins et autres résineux ; et quatre classes feuillues : chênes, hêtre, peupliers et autres feuillus.

Les données utilisées pour l'entraînement des modèles de classification se présentent sous la forme de polygones délimitant des portions de forêts homogènes, composées majoritairement d'une seule essence. Ces données sont issues de quatre sources :

- En Wallonie, une sélection d'îlots extraits du parcellaire des forêts publiques produit par le DNF .
- La mise à jour des parcelles de peuplier digitalisées lors d'un précédent projet Interreg « Transpop » (2000-2003).
- Des polygones digitalisés spécifiquement par l'équipe technique du projet Forêt Pro Bos (essentiellement pour le peuplier).
- Des polygones digitalisés par production participative dont nous parlerons plus loin.

La figure 3 présente la distribution spatiale du jeu de données d'entraînement utilisé pour la confection de la carte. Cette répartition est fortement déséquilibrée. Au sein de la zone d'étude, les données d'entraînement sont majoritairement situées en Wallonie ou dans de petites zones pilotes localisées dans les départements de l'Aisne, de la Marne et du Nord.

La carte des peuplements a été construite en deux temps avec une approche « pixel » (10 mètres de côté). Tout d'abord, des modèles de classification (forêts aléatoires) ont été générés au départ des données d'entraînement et des treize images synthétiques issues des données satellites. Un modèle a été généré par classe (neuf au total) permettant d'estimer la probabilité d'appartenance de chaque pixel à la classe considérée. Ensuite, la probabilité de présence de chaque classe a été estimée sur l'ensemble de la zone. Pour chaque pixel, la classe ayant la probabilité la plus élevée a finalement été retenue. La figure 4 présente le résultat final sur l'ensemble de la zone d'étude et la figure 5 pour la Wallonie. La figure 6 illustre le niveau de détail de la carte à une échelle plus fine en la comparant avec le parcellaire digitalisé du DNF.

Évaluation qualitative

La qualité de la carte a été évaluée au sein des sites pilotes du projet Forêt Pro Bos (figure 3) à l'aide d'un inventaire de terrain indépendant (c'est-à-dire, non utilisés pour la construction des modèles de classification) complété par photo-interprétation dans le cas du peuplier. L'analyse de la précision de la carte est donc trop fragmentaire pour être extrapolée à l'ensemble de la zone d'étude.

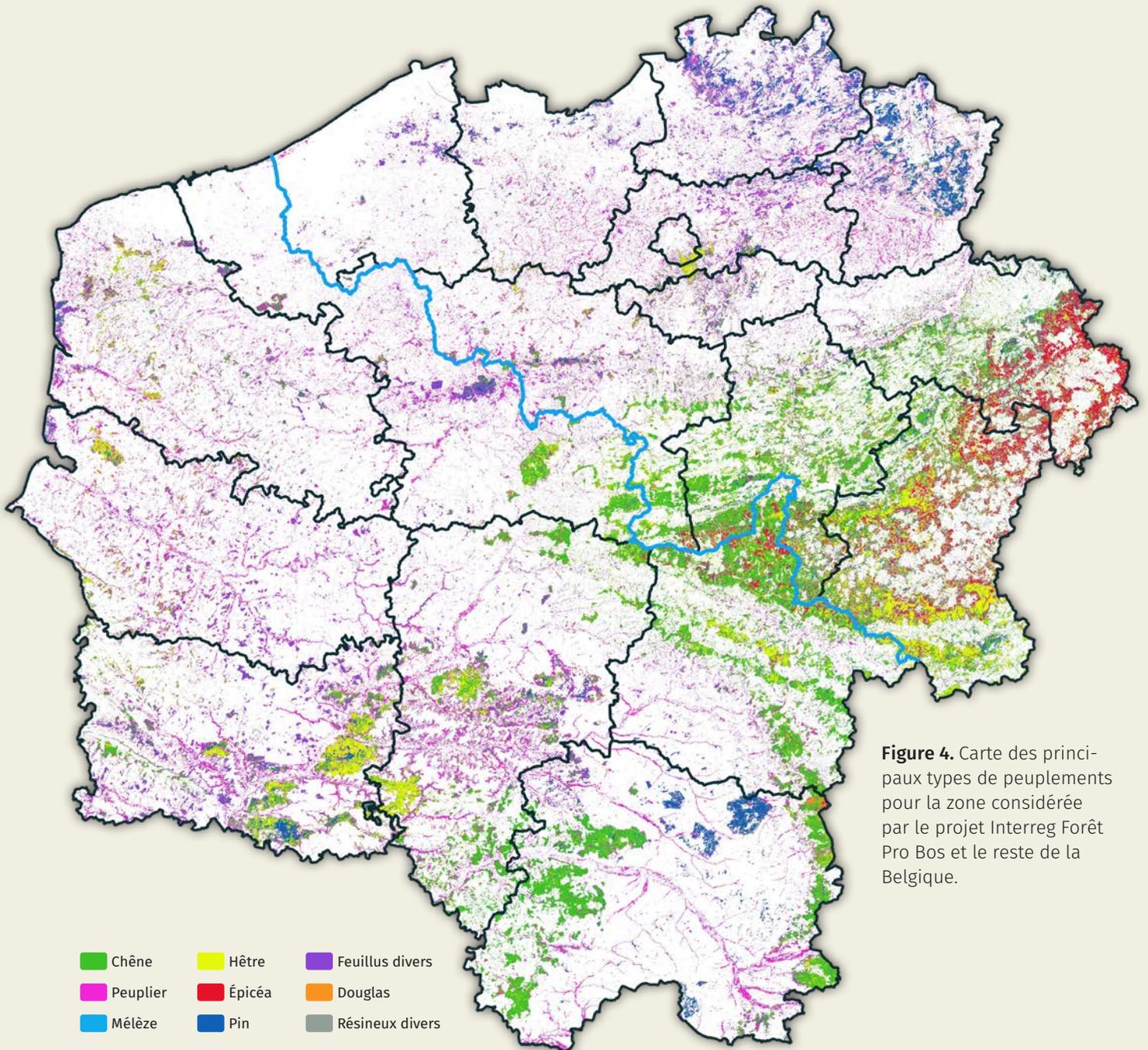


Figure 4. Carte des principaux types de peuplements pour la zone considérée par le projet Interreg Forêt Pro Bos et le reste de la Belgique.

L'évaluation de la précision repose sur 918 points de contrôle, répartis aléatoirement dans les zones forestières des sites pilotes (figure 3). Lors des visites de terrain de ces points, la surface terrière a été mesurée au relascope à encoche, et ventilée par essence. Pour chaque point de contrôle, la ou les classes inventoriées sur le terrain ont été comparées à l'essence prédite par la carte. Cette comparaison s'est faite selon deux modalités. La première, plus stricte : la classe prédite est-elle identique à la classe dominante sur le terrain ? La deuxième, plus souple : la classe prédite

est-elle l'une des trois classes les plus présentes sur le terrain ? Cette deuxième modalité a été envisagée car une proportion importante des points de contrôle se situait dans des peuplements mélangés.

La répartition spatiale des données d'entraînement étant très hétérogène (figure 3), nous avons séparé les sites pilotes wallons (comprenant le site pilote à cheval sur la frontière) et les sites pilotes français pour évaluer les différences de résultats entre ces deux zones.

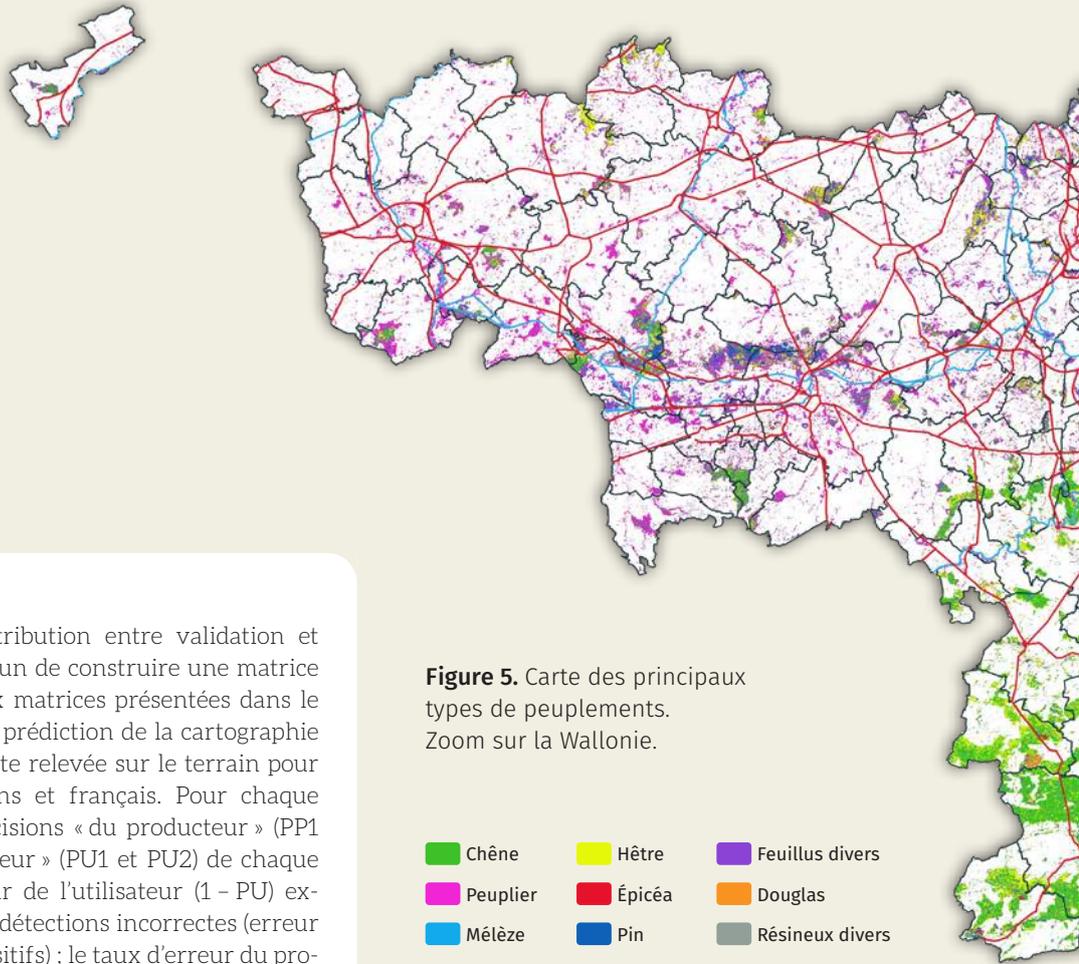


Figure 5. Carte des principaux types de peuplements. Zoom sur la Wallonie.



Pour visualiser la distribution entre validation et prédiction, il est commun de construire une matrice de confusion. Les deux matrices présentées dans le tableau 1 comparent la prédiction de la cartographie avec la classe dominante relevée sur le terrain pour les sites pilotes wallons et français. Pour chaque matrice, il y a les précisions « du producteur » (PP1 et PP2) et « de l'utilisateur » (PU1 et PU2) de chaque classe. Le taux d'erreur de l'utilisateur (1 - PU) exprime la proportion de détections incorrectes (erreur d'excédents ou faux positifs); le taux d'erreur du producteur (1 - PP) exprime la proportion non détectée d'une classe au profit d'une autre (erreur de déficits ou faux négatifs). PP1 et PU1 ont été calculés selon la modalité 1. PP2 et PU2 ont été calculés selon la modalité 2.

Les inventaires de terrain ayant été réalisés uniquement sur les sites pilotes du projet Forêt Pro Bos, il est impossible d'extrapoler les analyses de précision à l'ensemble de la zone d'étude. Néanmoins, ces chiffres permettent de tirer des conclusions sur le comportement de nos modèles dans des zones représentatives des contextes forestiers du projet. Globalement, les erreurs de prédiction de la cartographie sont liées à la confusion avec les essences trop peu représentées dans les données d'entraînement. Sans surprise, les classes « autres feuillus » et « autres résineux » sont les plus concernées. Enrichir ces données pour les rendre plus exhaustives et précises, voire récolter suffisamment d'informations pour distinguer de nouvelles classes, améliorerait grandement la précision de la carte.

Les précisions de l'utilisateur sont encourageantes, allant jusqu'à 90 % pour l'épicéa côté wallon. Pour cette classe, ceci signifie que la grande majorité des pixels inventoriés contiennent bel et bien l'essence cartographiée. Mais au vu des différences de précision entre PU1 et PU2, l'essence la plus présente est régulièrement non

détectée, confondue avec une essence secondaire en mélange. Les essences les plus problématiques sont le mélèze, le pin et les autres résineux, présentant une trop forte proportion de faux positifs. La confusion de prédiction du pin avec les autres feuillus et des autres résineux avec l'épicéa (tableau 1A), indiquent des problèmes de quantité et de qualité des données d'entraînement utilisées pour la construction des modèles de ces classes. Dans les sites pilotes français, les précisions n'ont pas été calculées pour certaines essences car elles étaient absentes ou trop peu présentes lors de l'inventaire. Les fausses détections (faux positifs) de pin persistent, confondus cette fois majoritairement avec la classe « autres résineux », et la précision de l'utilisateur chute à 57 % pour le peuplier (tableau 1B). Une partie importante des peupleraies cartographiées sont en réalité des « autres feuillus ».

Une précision de production élevée signifie que les faux négatifs sont rares sur la carte. Côté belge, deux classes ont un taux de détection plus faible : l'épicéa (52 %) et le groupe « autres feuillus » (15 %). La plupart des pixels d'épicéa non détectés ont été classés en tant

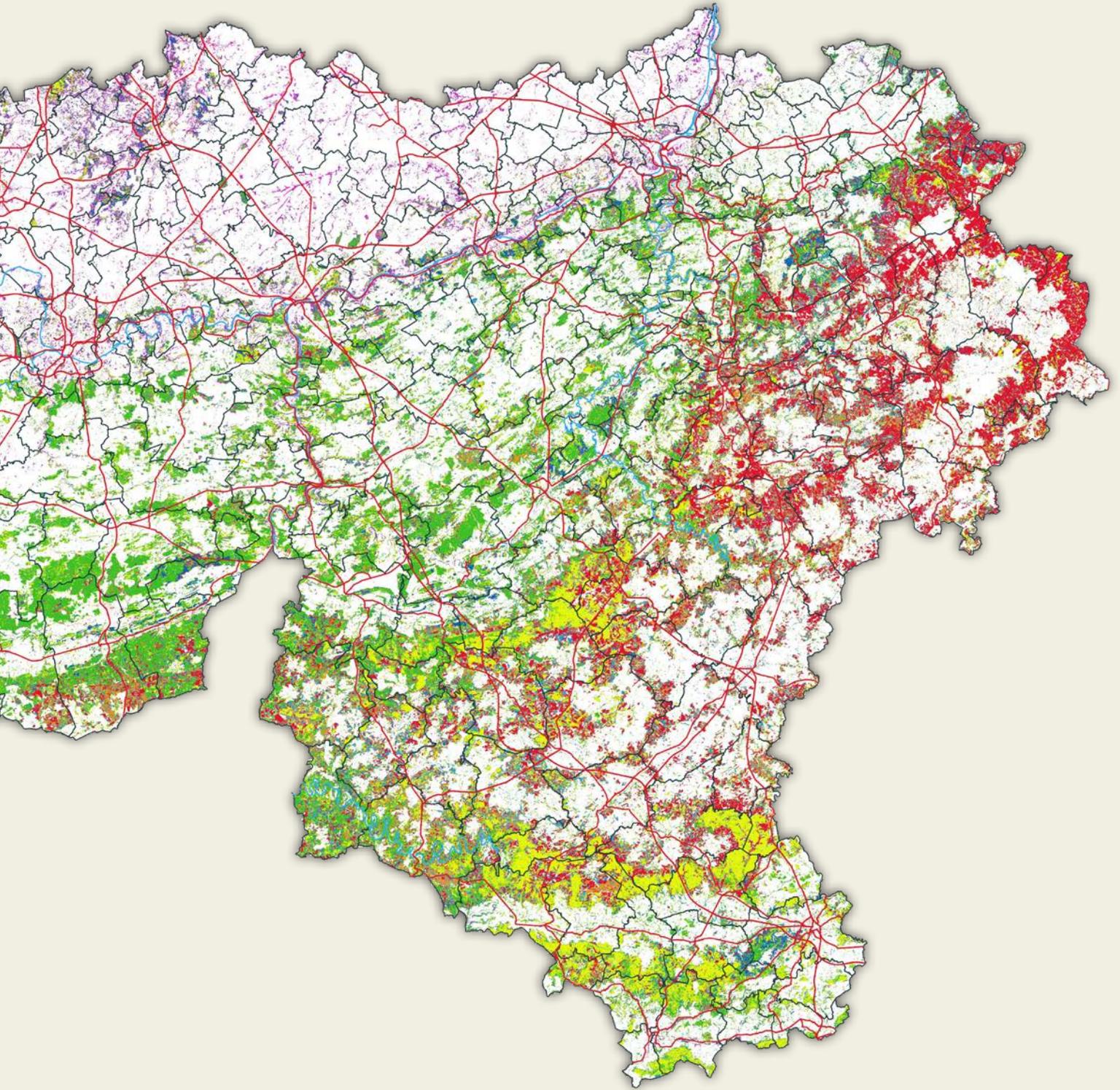
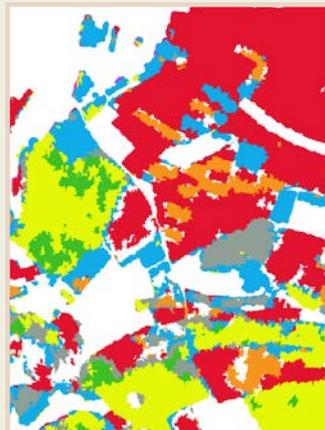


Figure 6. Comparaison de la cartographie des essences avec le parcellaire digitalisé du DNF.



A. Sites pilotes wallons

		Validation										PU1 PU2	
		CH	DO	EP	FE	HE	MZ	PE	PI	RE			
Prédiction	CH	124	0	0	67	6	2	5	1	0	60%	81%	
	DO	0	32	11	0	0	0	1	0	0	73%	77%	
	EP	0	5	65	0	2	0	0	0	0	90%	90%	
	FE	16	0	0	30	4	0	5	0	0	55%	76%	
	HE	44	0	4	39	123	1	1	0	0	58%	74%	
	MZ	9	7	5	7	3	29	2	5	0	43%	57%	
	PE	2	0	1	29	1	0	97	0	0	75%	78%	
	PI	5	5	6	23	5	2	4	33	0	40%	43%	
	RE	4	4	34	2	1	1	0	0	7	13%	21%	
	PP1	61%	60%	52%	15%	85%	83%	84%	85%	100%			
PP2	78%	68%	58%	43%	89%	86%	84%	87%	100%				

B. Sites pilotes français

		Validation										PU1 PU2	
		CH	DO	EP	FE	HE	MZ	PE	PI	RE			
Prédiction	CH	43	0	0	22	0	0	3	1	0	62%	74%	
	DO	0	0	1	0	0	0	0	0	0			
	EP	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	FE	52	0	1	91	0	0	15	0	0	57%	86%	
	HE	12	1	0	13	2	0	2	0	0			
	MZ	0	0	0	0	0	1	0	0	0			
	PE	20	0	0	66	1	0	118	2	0	57%	57%	
	PI	6	2	6	7	2	0	5	14	18	23%	55%	
	RE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	
	PP1	32%			46%			83%	82%	0%			
PP2	72%			53%			83%	82%	22%				

Tableau 1. Matrices de confusion générées par comparaison du relevé de terrain et de la cartographie des principaux types de peuplements.

qu'« autres résineux ». La classe « autres feuillus », quant à elle, se confond avec cinq autres classes. En France, les deux classes « autres feuillus » et « autres résineux » sont mal détectées (PP2 de 53 % et 22 %, respectivement). De nouveau, on peut observer une différence nette pour certaines classes entre PP1 et PP2, ce qui confirme la difficulté des modèles à détecter l'essence la plus présente en mélange.

Des perspectives encourageantes

Cette approche de cartographie de nos forêts à large échelle est encore en développement. À ce jour, force est de reconnaître que les confusions restent trop im-

portantes pour en faire un outil de gestion suffisamment fiable. Les perspectives qu'ouvre ce travail sont néanmoins très intéressantes. En effet, il n'existe pas à l'heure actuelle de produits équivalents sur de telles surfaces et les résultats atteints sont plus qu'encourageants. Si l'on considère la zone d'étude dans son entièreté, les différences d'occupation forestière entre les régions couvertes par le projet apparaissent nettement sur la cartographie des types de peuplements (figure 4). C'est en cette variabilité que réside la difficulté de travailler à un niveau interrégional. Les développements réalisés sont novateurs et démontrent l'intérêt de la télédétection pour caractériser la ressource forestière.

Améliorer la carte : tout le monde peut y participer

Conscients que la carte produite présente des imperfections et que celles-ci sont probablement plus importantes dans les régions périphériques de la zone d'étude (Départements de l'Oise, de la Somme et du Pas-de-Calais, provinces flamandes), nous avons mis en place une démarche de science participative (aussi qualifiée de production participative). Le principe consiste à donner accès à la carte produite au sein d'une application web* dans laquelle l'utilisateur peut, de manière très simple, digitaliser de nouveaux polygones de référence et encoder la ou les essences observées. Les données ainsi récoltées devraient permettre à la fois de tester la qualité de la carte en dehors des zones pilotes du projet, mais aussi, à plus long terme, de construire une nouvelle carte plus robuste car reposant sur des données d'entraînement plus nombreuses et mieux réparties sur la zone d'étude. Au moment d'écrire ces lignes, 140 nouveaux polygones ont déjà été encodés dans le système.

Conclusions et perspectives

Les travaux menés dans le cadre du projet Forêt Pro Bos ont permis de démontrer le très grand potentiel des images Copernicus pour réaliser la cartographie des principales essences forestières sur une échelle transfrontalière (62 000 km²). Alors que les images Sentinel-1 se sont révélées particulièrement utiles pour la délimitation des surfaces forestières ligneuses, la production d'une image Sentinel-2 de synthèse sans nuage correspondant à la période de végétation est la principale source d'informations utilisée pour discriminer les groupes d'essence.

Le fait de disposer de données d'entraînement de qualité et bien réparties sur l'ensemble de la zone d'étude est un élément important pour garantir une qualité uniforme de la carte produite. À ce niveau, des progrès doivent encore être réalisés. Les données d'entraînement étaient disponibles en plus grande quantité sur le territoire wallon et non disponibles dans les départements de l'Oise, de la Somme et du Pas-

de-Calais, ainsi que dans les provinces flamandes. Le recours aux outils de sciences participatives est une piste intéressante pour combler cette lacune.

En plus de constituer un jeu de données d'entraînement exhaustif, la principale voie d'amélioration méthodologique de la carte présentée concerne la prise en compte des mélanges d'essences à l'échelle du pixel (10 x 10 mètres). À ce stade, seule l'essence considérée comme dominante au sein du pixel est renseignée.

Les recherches en cours visent à réorganiser les modèles de prédiction pour pouvoir évaluer les mélanges d'essences et leur proportion pour chaque pixel (par exemple chêne-hêtre ou épicéa-douglas). Ces nouveaux travaux s'inscrivent dans le cadre du projet *Cartofo*** et font appel à des algorithmes d'intelligence artificielle qualifiés d'apprentissage profond.

L'évolution rapide des données de télédétection disponibles et des outils de modélisation laisse entrevoir des améliorations conséquentes dans ce domaine de recherche à moyen terme. Celles-ci aboutiront à des outils de plus en plus fiables pour soutenir les acteurs de la gestion forestière. ■

Bibliographie

- ¹ Alderweireld M., Burnay F., Pitchugin M., Lecomte H. (2015). *Inventaire Forestier Wallon. Résultats 1994-2012*. DNF, SPW ARNE, 236 p. 
- ² ESA (2020). Overview. www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Overview3 (consulté le 02.09.2020). 
- ³ ESA (2020). Sentinel-1. Missions. Sentinel Online. sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1 (consulté le 02.09.2020). 
- ⁴ ESA (2020). Sentinel-2. Missions. Sentinel Online. sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2 (consulté le 02.09.2020). 

Nous tenons à remercier les différents chargés de mission et techniciens forestiers sur le projet Forêt Pro Bos qui ont récolté des données utiles à la validation de cette cartographie des types de peuplement forestier.

* www.gembloux.ulg.ac.be/gestion-des-ressources-forestieres/outilslogiciels/probos 

** *Cartofo* est un projet de recherche, appuyé par le DNF (SPW ARNE), qui vise, à l'échelle de la Wallonie, au développement de méthodologies innovantes permettant la caractérisation et le suivi de la structure, de la composition et de l'état sanitaire des peuplements forestiers.

POINTS-CLEFS

- ▶ La connaissance de la ressource forestière à l'échelle d'une région ou d'un pays est un préalable à la mise en place d'une politique forestière réfléchie.
- ▶ La télédétection constitue une source alternative d'information pour la description des ressources forestières aux échelles régionales, nationales et transnationales.
- ▶ Le lancement de la constellation des satellites Sentinel (Copernicus) a agrandi le champ des possibles en termes de cartographie des forêts et de leur composition spécifique.
- ▶ Une méthode de cartographie des principaux types de peuplement de Belgique et du nord de la France a été développée.
- ▶ Les résultats atteints ont démontré le très grand potentiel des images Sentinel pour réaliser la cartographie des essences forestières sur une échelle transfrontalière.

Cet article a été rédigé dans le cadre du Projet Interreg Va France-Wallonie-Vlaanderen « Forêt Pro Bos », avec le soutien du Fonds européen de Développement régional et de la Wallonie. foret-pro-bos.eu

Corentin Bolyn¹
Nicolas Latte¹
Vincent Colson²
Anne Fourbisseur³
Nicolas Vanderheeren⁴
Philippe Lejeune¹
cbolyn@uliege.be

- ¹ Gembloux Agro-Bio Tech (ULiège)
Passage des Déportés 2 | B-5030 Gembloux
- ² Cellule d'Appui à la Petite Forêt Privée (OEWB)
Rue de la Croissance 4 | B-6900 Marche-en-Famenne
- ³ Carah Asbl
Rue Paul Pastur, 11 | B-7800 Ath
- ⁴ Centre Régional de la Propriété Forestière Grand Est