

Estimation du volume de bois des forêts riveraines afin d'en appuyer la gestion : Approche par télédétection sur un linéaire étendu (230 km)

Estimation of the volume of wood in riverside woodlands that could contribute to their management: remote sensing over a substantial length (230 km)

Leo Huylenbroeck^{1*}, Blandine Georges¹, Hugues Claessens¹, Philippe Lejeune¹, Adrien Michez¹

¹Faculté Gembloux Agro-bio Tech (ULiège)
(Unité de recherche Biose (Ingénierie des bio-systèmes) - axe gestion des ressources forestières)

Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgique - Belgique

*Auteur correspondant : leo.huylenbroeck@uliege.be

RÉSUMÉ

Les opérations courantes d'entretien de la forêt riveraine (abattage et enlèvement d'embâcles) mobilisent une part importante du budget des administrations gestionnaires de cours d'eau. La Wallonie (sud de la Belgique) entend mettre en œuvre une approche planifiée et spatialement sectorisée pour ces entretiens. Une telle approche demande une caractérisation objective et continue de l'état des forêts riveraines sur l'ensemble du linéaire géré. Nous avons développé un indicateur spatialisé sur un secteur comprenant 230 km de cours d'eau : le volume de bois sur pied des forêts riveraines. Cet indicateur renseigne du degré de développement de la forêt riveraine et de l'opportunité de valoriser le bois issu des chantiers d'entretien, qui pourrait partiellement financer ces derniers. Le volume est estimé par une approche de télédétection orientée objet : le volume de bois est relié aux caractéristiques du houppier (aire, hauteur) sur un modèle numérique de hauteur lidar. Avec des biais liés à la structure de la végétation, le volume est estimé à +60%/-40% d'erreur (intervalle de confiance à 95%) à l'échelle de tronçons de 100 mètres de long.

ABSTRACT

Ordinary maintenance operations in wooded riparian zones, such as logging and debris removal, represent a considerable workload for river managers. The Walloon administration (southern Belgium) wishes to implement a spatially sectorized and planned approach to these operations. Such an approach requires a continuous, objective characterization of watercourses across the full managed network. We have developed a spatialized indicator for a management unit that comprises 230 km of watercourses: total volume of standing timber in the riparian zone. This indicator has a twofold interest: it provides information about the degree of development of wooded riparian zones and about the opportunity to use the wood from maintenance operations to partially finance them. The volume is estimated using object-based image analysis from remotely sensed data: wood volume is linked to tree crown characteristics (area and height) on a LiDAR DHM. With skews linked to the forest structure, the volume is estimated with an error of +60%/-40% (95% confidence interval) on sections 100 meters long.

MOTS CLES

Bois, caractérisation, forêt riveraine, télédétection, volume

1 INTRODUCTION

En Wallonie, les opérations d'entretien de la forêt riveraine sont généralement menées de manière réactive et visent à lutter contre l'érosion et les inondations. Pour limiter ces interventions coûteuses et parfois peu compatibles avec les autres enjeux liés à la forêt riveraine, l'administration met en œuvre une approche planifiée et sectorisée, concrétisée par des plans de gestion.

La planification des actes de gestion est génératrice de nouvelles opportunités, notamment en matière d'évaluation et de valorisation du bois issu des opérations d'entretien. Cette ressource a été longtemps considérée comme une charge mais connaît des débouchés grandissants en tant que bois-énergie, au point que des gestionnaires s'interrogent sur l'opportunité de l'utiliser pour financer partiellement l'entretien. La ressource forestière étant déjà accaparée par l'industrie, les nouveaux acteurs de la filière voient le « bois de rivière » comme une ressource alternative.

Les inventaires de terrain montrent leurs limites dans la description des cours d'eau et de leurs marges à grande échelle. Des approches dérivées de la télédétection peuvent s'y substituer à moindre coût. Dans cette étude, nous cartographions le volume de bois à l'échelle de 56 secteurs de gestion (230 km de linéaire). Cet indicateur a un intérêt double :

1. C'est un indicateur intuitif, attractif et synthétique du degré de développement de la forêt riveraine. Il a sa place aux côtés d'autres indicateurs dans une démarche de planification des interventions ou dans une démarche de recherche (par exemple : modélisation des fonctions de la forêt riveraine, suivi temporel).
2. Il informe sur la pertinence d'une valorisation du bois issu de l'entretien de la forêt riveraine à l'échelle du chantier ou à plus grande échelle (politiques publiques).

2 ZONE D'ETUDE ET DONNEES UTILISEES

La forêt riveraine est ici définie uniquement par sa position à l'interface des lits mineur et majeur. Il peut s'agir d'une forêt indigène, d'une plantation artificielle, d'un cordon d'arbres.

L'étude prend place dans un secteur de gestion du sud de la Wallonie (Belgique), à cheval sur deux régions naturelles : la Lorraine et l'Ardenne. Ce sont des régions herbagères, avec des taux de boisement respectifs de 42 et de 58%. Le secteur totalise 230 km de cours d'eau non-navigables, dont le bassin versant est d'au moins 50 km². Ces cours d'eau appartiennent aux sous-bassins de la Semois et de la Chiers (bassin de la Meuse) et sont méandriformes.

Nous nous sommes essentiellement appuyés sur une couverture lidar acquise par l'administration sur tout son territoire. Elle a été utilisée pour produire un modèle numérique de hauteur (MNH) d'une résolution spatiale d'1m et pour délimiter le lit mineur des cours d'eau. L'approche développée peut donc être potentiellement répliquée sur l'ensemble du linéaire géré par la Wallonie.

3 METHODOLOGIE

3.1 Estimation de volumes au sol (tarifs de cubage)

65 tiges ont été cubées par une méthode destructive et originale afin d'ajuster différentes équations allométriques permettant d'estimer le volume au sol à partir de la circonférence.

3.2 Relation entre le volume et les caractéristiques du houppier

Pour 294 houppiers, l'envergure et la hauteur ont été extraites manuellement respectivement d'une image aérienne et d'un MNH lidar. Le volume de bois correspondant a été estimé sur le terrain à l'aide de nos équations de cubage. Une équation a été ajustée entre la hauteur et l'envergure du houppier d'une part et le volume d'autre part. Les éventuels effets de la structure (cépée ou franc-pied), de l'essence et de l'ouverture du milieu ont été investigués.

3.3 Segmentation automatique des houppiers

Les houppiers ont été délimités sur un MNH par une segmentation de type watershed, optimisée pour ressembler à une délimitation manuelle effectuée depuis le sol (vérité terrain).

3.4 Production d'une carte des volumes

Les lits mineurs des cours d'eau étudiés ont été délimités à l'aide d'une carte de densités de retour lidar (densité nulle sur les surfaces en eau) traitée par Michez *et al.* (2017), lissée et corrigée manuellement. Deux enveloppes ont ensuite été produites pour délimiter la forêt riveraine : 6 et 12 m de part et d'autre du cours d'eau. Ces enveloppes ont été divisées en unités élémentaires de 100 m de long selon une méthode adaptée d'Alber et Piégay (2011). Le volume estimé sur chaque unité élémentaire peut ensuite être ré-agrégé à différentes échelles.

4 RESULTATS ET DISCUSSION

4.1 Tarifs de cubage

Les tarifs de cubage construits pour les arbres des cordons rivulaires sont très différents des tarifs existants pour les arbres de futaie. La précision des tarifs est limitée par le nombre d'essences en présence et la variabilité de formes des arbres de la forêt riveraine.

4.2 Relation entre le volume et les caractéristiques du houppier

La relation entre les caractéristiques d'un houppier considéré individuellement et son volume de bois est lâche et présente des biais liés à la structure de l'arbre ou à l'essence. Le modèle pourrait être amélioré par l'utilisation d'un nuage de points lidar, qui permettrait d'acquérir des informations sur la structure interne des houppiers. Néanmoins, l'amélioration du modèle est limitée par la difficulté d'estimer correctement le volume des arbres au sol à l'aide de tarifs de cubage.

4.3 Segmentation

Le procédé de segmentation utilisé, bien que simple, donne des résultats satisfaisants et n'est pas un facteur limitant pour l'estimation de volumes à l'échelle de tronçons.

4.4 Cartographie du volume

A l'échelle d'un tronçon de 100 m, le volume de référence est compris à 95% de certitude entre 60 et 160% du volume cartographié. L'erreur diminue avec l'agrégation de tronçons, sans s'annuler : le modèle présente des biais liés aux conditions locales. Cette précision peut limiter l'utilisation de notre modèle dans des applications opérationnelles comme l'organisation de chantiers d'entretien. Néanmoins, notre modèle permet une visualisation fine des tronçons bien développés de la forêt riveraine à l'échelle du réseau, et les ordres de grandeur calculés alimentent la réflexion quant à la valorisation du « bois de berge ».

5 CONCLUSION

Le volume est un indicateur multi-usages et accessible. Il a été estimé par une méthode simple à partir de données régulièrement acquises par l'administration. La procédure est largement automatisée et pourrait être reproduite ailleurs et/ou dans le temps à peu de frais. Une étude similaire pourrait être mise à l'essai à l'aide d'orthophotos, acquises régulièrement par la plupart des Etats, ou d'un nuage de points lidar, afin d'améliorer la précision.

BIBLIOGRAPHIE

- Alber, A. & Piégay, H. (2011). Spatial disaggregation and aggregation procedures for characterizing fluvial features at the network-scale: Application to the Rhône basin (France). *Geomorphology*. 125, 343–360.
- Huylenbroeck, L., Claessens, H. (co-promoteur) & Michez, A. (co-promoteur) (2017). Estimation du volume de bois des forêts riveraines afin d'en appuyer la gestion : Approche régionale par télédétection. Mémoire de fin d'études, Université de Liège, Belgique. En ligne : <https://matheo.ulg.ac.be/handle/2268.2/3014>.
- Michez, A., Piégay, H., Lejeune, P. & Claessens, H. (2017). Multi-temporal monitoring of a regional riparian buffer network (>12,000 km) with LiDAR and photogrammetric point clouds. *Journal of Environmental Management* (sous presse).