

# FORÊT • NATURE



OUTILS POUR UNE GESTION  
RÉSILIENTE DES ESPACES NATURELS

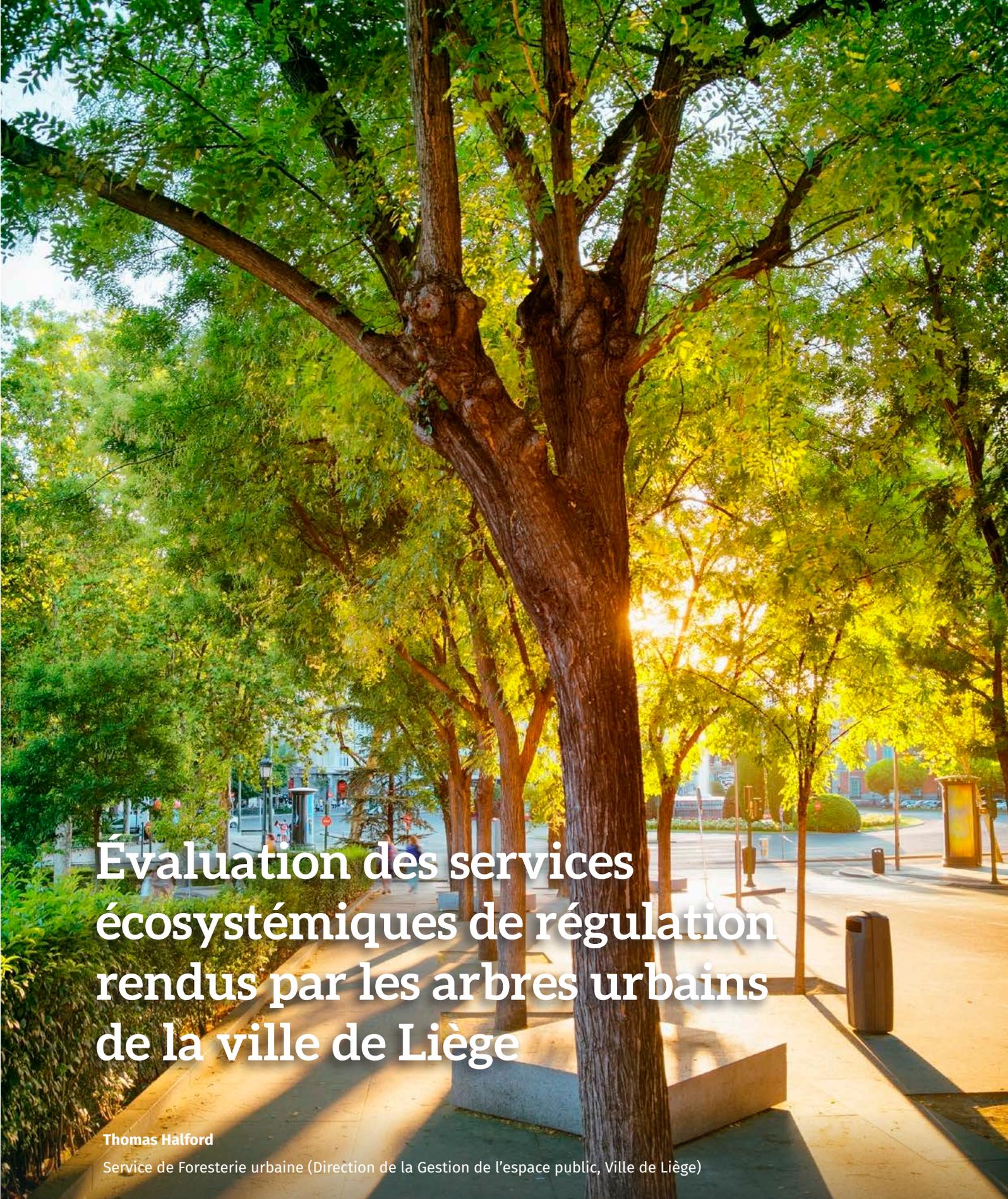


Tiré à part du Forêt.Nature n° 172, p. 51-62

## ÉVALUATION DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DE RÉGULATION RENDUS PAR LES ARBRES URBAINS DE LA VILLE DE LIÈGE

**Thomas Halford** (Service de Foresterie urbaine, Ville de Liège)





# Évaluation des services écosystémiques de régulation rendus par les arbres urbains de la ville de Liège

Thomas Hålford

Service de Foresterie urbaine (Direction de la Gestion de l'espace public, Ville de Liège)

Outre leurs bienfaits pour la santé des riverains et l'atténuation des chaleurs extrêmes, les arbres urbains fournissent encore bien d'autres services écosystémiques. La ville de Liège a tenté de les quantifier sur base des modèles scientifiques disponibles.

**Les** arbres et les forêts de ville fournissent à la population urbaine plusieurs services écosystémiques devenus particulièrement essentiels dans un contexte de réchauffement climatique et d'effondrement de la biodiversité. Ces services écosystémiques sont de diverses natures : les services de production comme la fourniture de bois et la production de fruits, les services de régulation comme la diminution de la température de l'air, l'interception des eaux de pluie et le renforcement de la connectivité écologique et enfin les services culturels comme l'embellissement du paysage et les lieux arborés comme zones de bien-être. Cette étude s'est fixée comme objectif de se focaliser sur une sélection de cinq services écosystémiques de régulation rendus par les arbres urbains : le stockage et la séquestration du carbone, la dépollution atmosphérique, l'interception des eaux de pluie et la connectivité écologique.

À l'instar d'autres villes européennes comme Strasbourg<sup>9</sup> et Barcelone<sup>1</sup>, les services écosystémiques sont calculés pour le patrimoine arboré de Liège par le logiciel *i-Tree Eco* développé par le *U.S. Department of Agriculture Forest Service*<sup>8</sup> avec 2016 comme année de référence pour les précipitations et 2019 pour les polluants atmosphériques. Cet outil est loin d'être parfait mais il a le mérite d'exister, de compiler un ensemble élargi d'équations d'arbres forestiers, d'arbres urbains, d'espèces américaines essentiellement et parfois européennes et de fournir des ordres de grandeur pour les différents paramètres évalués. Par ailleurs, les services écosystémiques de connectivité écologique, comprenant la connectivité structurelle et la connectivité fonctionnelle, sont évalués par d'autres voies. D'une part, la connectivité structurelle est calculée avec le système d'information géographique *ArcGIS* via une analyse de proxi-

mité. D'autre part, la connectivité fonctionnelle est calculée à partir de la carte de l'occupation du sol en Wallonie *WALOUS 2018* avec le logiciel *Graphab* développé par le laboratoire Théma de l'Université de Franche-Comté.

## Un patrimoine d'environ un million d'arbres

Le couvert arboré est stratifié a priori en quatre strates spécifiques : les arbres forestiers publics présents dans les bois gérés par les acteurs publics, les arbres forestiers privés présents dans les bois privés, les arbres non forestiers publics implantés dans les espaces publics ou assimilés comme tels et les arbres non forestiers privés implantés dans les jardins privés. Les analyses se basent sur l'agrégation de cinq inventaires forestiers réparti dans les quatre strates :

- Un inventaire par placettes d'échantillonnage des arbres d'ornement implantés dans les jardins privés de 2022.
- Un inventaire par placettes d'échantillonnage du domaine boisé du Sart Tilman de 2012.
- Un inventaire par transect d'échantillonnage du bois de Wandre de 2021.
- Un inventaire en plein des arbres publics d'ornement de 2022.
- Un inventaire par placettes d'échantillonnage des bois communaux non soumis au régime forestier de 2014.

Ces cinq inventaires servent de base pour une généralisation à l'ensemble des superficies sous certaines hypothèses qui ne sont pas détaillées ici. De la sorte, le couvert arboré de Liège représente une superficie totale de 2163 hectares composée de 962187 arbres.

## RÉSUMÉ

Une étude a été réalisée par l'Institut Scientifique de Service Public et le Earth & Life Institute de l'UCLouvain en collaboration avec les services techniques de la Ville de Liège en vue de caractériser plusieurs services écosystémiques de régulation rendus par les arbres urbains de Liège. Cet article est un résumé de la note de synthèse du rapport final. L'analyse porte sur l'ensemble du patrimoine arboré de Liège composés des arbres forestiers et des arbres non forestiers implantés dans les espaces tant publics que privés. Les résultats montrent que le couvert arboré de Liège a une superficie estimée d'environ 2163 hectares comptabilisant au total plus de 962187 arbres. Ce patrimoine arboré stocke 212308 tonnes de carbone dans les arbres ainsi que 198836 tonnes de carbone supplémentaires présentes dans les sols forestiers. La séquestration annuelle de carbone par les arbres s'élève à 8712 tonnes. La capacité de dé-

pollution atmosphérique par les arbres est évaluée à 47 tonnes par an de particules fines, 38 tonnes par an de dioxyde d'azote et 3 tonnes par an de dioxyde de soufre. Au regard des émissions totales à l'échelle du territoire, ceci peut représenter, sous certaines hypothèses, un taux théorique maximal de dépollution de 16 % pour les particules fines, de 3 % pour le dioxyde d'azote et de 3 % pour le dioxyde de soufre. L'interception des eaux de pluie par le couvert arboré est estimée à environ 3942375 de mètres cubes par an, ce qui représente un taux annuel d'interception de 8 % des précipitations totales à l'échelle du territoire communal. Les arbres sont par ailleurs des éléments constitutifs d'un réseau écologique et contribuent au renforcement des habitats, notamment en termes de connectivité, d'espèces arboricoles telles que l'écureuil roux et la mésange charbonnière.



Réserve naturelle du Sart Tilman, Liège.

La distribution des classes de diamètre est proche de celle d'une futaie jardinée caractérisée par un mélange d'arbres de toutes dimensions avec un nombre plus élevé de jeunes arbres et un nombre plus faible de vieux arbres (figure 1). Les arbres forestiers, publics et privés, présents dans les forêts, les bois et les boisés routiers représentent 80 % du nombre total d'arbres tandis que les arbres publics, forestiers et non forestiers, représentent 74 % du nombre total d'arbres (figure 2). La superficie totale des feuilles d'arbres, si elles étaient mises toutes les unes bout-à-bout, est de 20 319 hectares, soit trois fois la superficie du territoire communal.

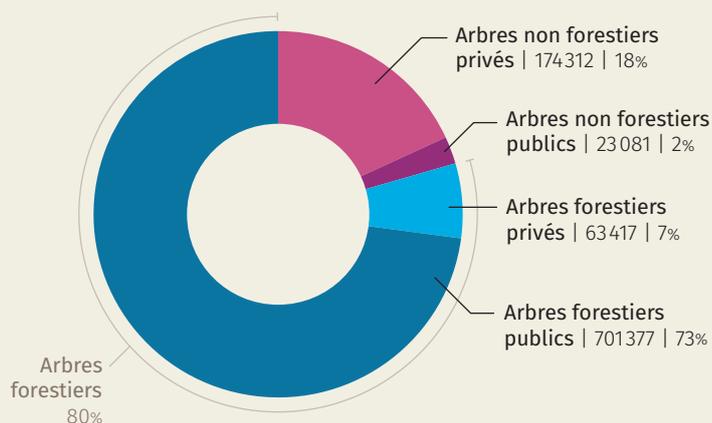
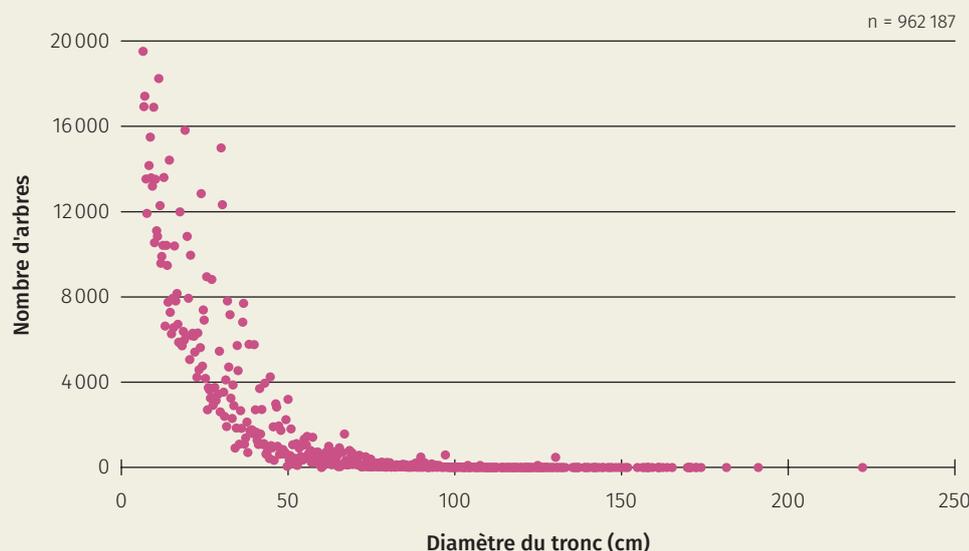


Figure 1. Nombre d'arbres en fonction du diamètre du tronc.

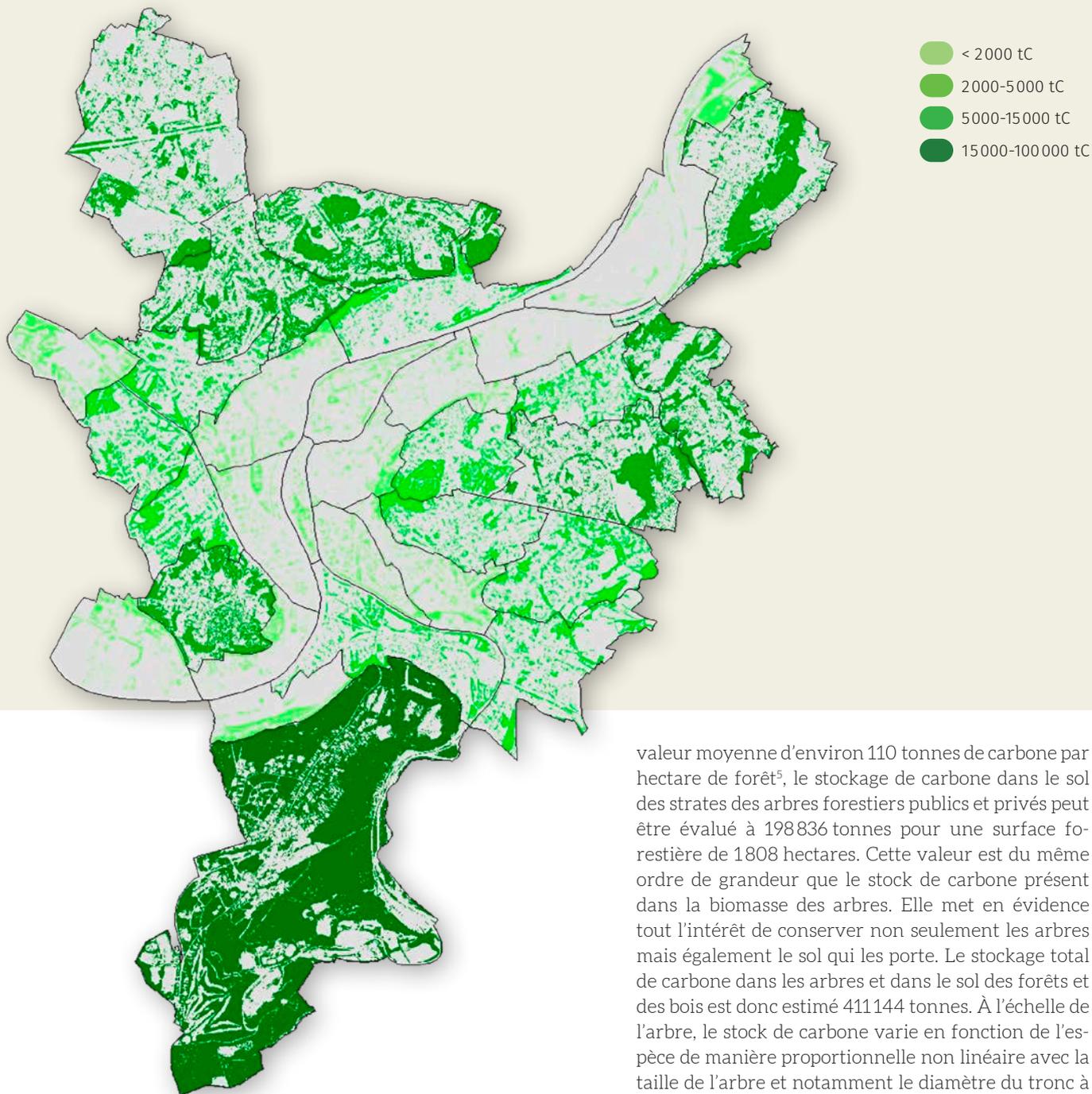
## Un stock de carbone de plus de 400 000 tonnes

Le stockage correspond au stock de carbone présent dans l'arbre au niveau des racines, du tronc et des branches. Le logiciel *i-Tree Eco* le calcule pour chaque espèce à partir de données de base de terrain telles que la hauteur de l'arbre, le diamètre de la couronne et le diamètre du tronc. De manière simplifiée, ces données permettent ensuite d'estimer le volume de bois à partir d'équations allométriques, qui ensuite multiplié par la densité du bois sec permet d'obtenir la biomasse aérienne sèche. Celle-ci est alors convertie en biomasse totale sèche avec un coefficient biomasse souterraine/biomasse aérienne généralement de 0,26 (la biomasse souterraine correspond à 26 % de la biomasse aérienne). La biomasse de l'arbre est finalement multipliée par 0,5 pour obtenir le stock de carbone, le bois étant composé par convention à 50 % de carbone.

Figure 2. Répartition du nombre d'arbres par strate.



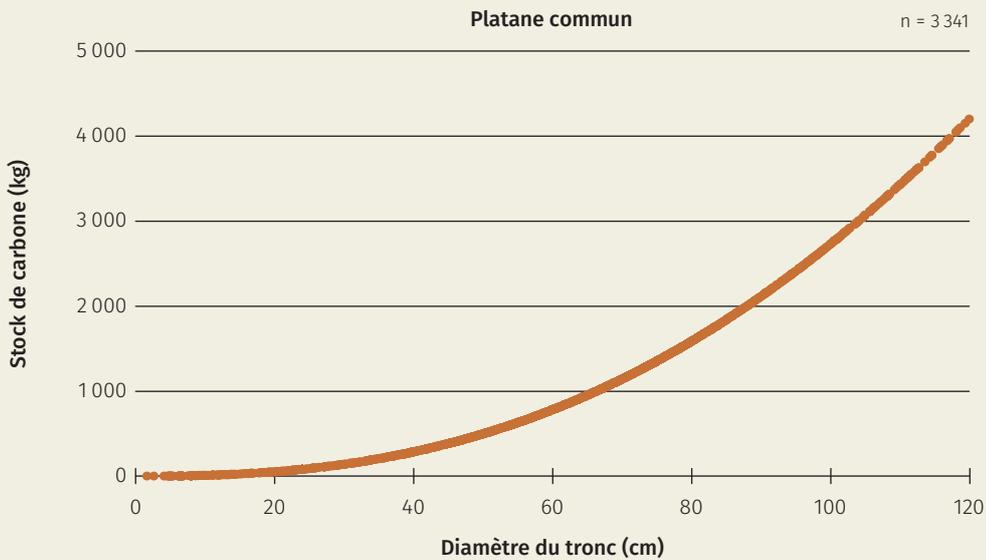
**Figure 3.** Distribution spatiale du stock de carbone présent dans la biomasse des arbres pour les différents quartiers de Liège.



Le stockage de carbone dans les arbres à l'échelle du territoire communal est de 212308 tonnes pour 2163 hectares de couvert arboré, ce qui correspond à un rendement de stockage d'environ 98 tonnes de carbone par hectare de couvert arboré. Ces chiffres globaux masquent de grandes disparités entre les quartiers en fonction du nombre d'arbres et de la grosseur de ceux-ci (figure 3). En se basant sur une

valeur moyenne d'environ 110 tonnes de carbone par hectare de forêt<sup>5</sup>, le stockage de carbone dans le sol des strates des arbres forestiers publics et privés peut être évalué à 198836 tonnes pour une surface forestière de 1808 hectares. Cette valeur est du même ordre de grandeur que le stock de carbone présent dans la biomasse des arbres. Elle met en évidence tout l'intérêt de conserver non seulement les arbres mais également le sol qui les porte. Le stockage total de carbone dans les arbres et dans le sol des forêts et des bois est donc estimé 411144 tonnes. À l'échelle de l'arbre, le stock de carbone varie en fonction de l'espèce de manière proportionnelle non linéaire avec la taille de l'arbre et notamment le diamètre du tronc à hauteur de poitrine (figure 4).

La séquestration de carbone correspond à l'accroissement annuel de bois dans l'arbre au niveau des racines, du tronc et des branches. Une série de paramètres liés à la croissance des arbres sont pris en compte comme l'état sanitaire. Le coefficient de croissance standard est fixé par le modèle *i-Tree Eco* à 0,58 cm/an pour une espèce à croissance lente, 0,84 cm/an pour une espèce à croissance moyenne et 1,09 cm/an pour une espèce à croissance rapide. La séquestration de carbone à l'échelle du territoire

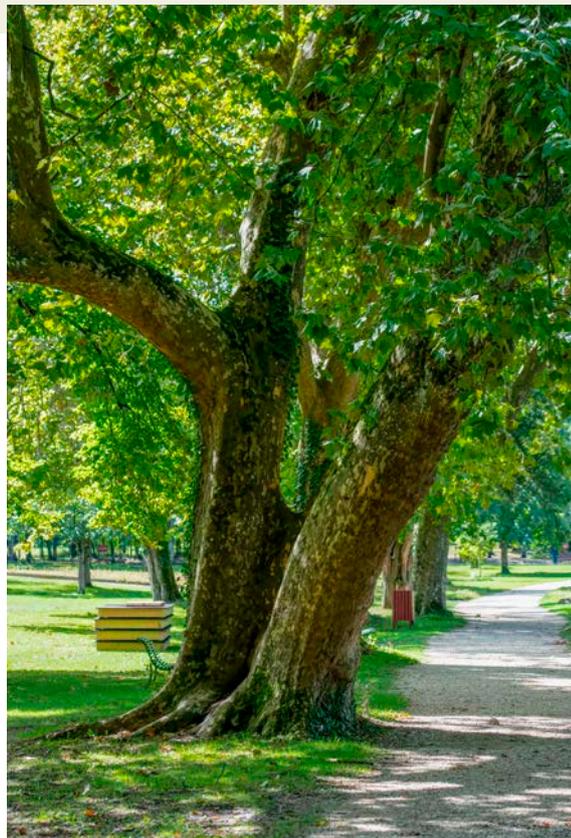
**Figure 4.** Stockage du carbone en fonction du diamètre du tronc chez le platane commun (*Platanus x acerifolia*).

communal est de 8 712 tonnes/an pour 2 163 hectares de couvert arboré, ce qui correspond un rendement de séquestration d'environ 4 tonnes de carbone par an et par hectare de couvert arboré. Dans un contexte de changement climatique, il n'est pas exclu que ces valeurs soient revues à la baisse à l'avenir étant donné les impacts négatifs croissants de certains facteurs abiotiques comme les sécheresses et les canicules et de facteurs biotiques comme les maladies et les ravageurs.

### Une capacité potentielle significative de fixation des particules fines

La dépollution atmosphérique correspond à la fixation de particules fines sur la surface des feuilles et à l'absorption des polluants gazeux par les feuilles. Cette dernière se réalise d'une part à travers les pores des feuilles, les stomates, lors de l'absorption du gaz carbonique pour la photosynthèse et, d'autre part, à travers les tissus foliaires internes (le mésophylle) et externes (la cuticule). Le modèle de dépollution de *i-Tree Eco*<sup>4</sup> calcule une capacité de dépollution pour chaque arbre à partir de données de base de terrain, comme le diamètre de la couronne et la hauteur totale, et de variables dérivées, comme l'indice de surface foliaire, correspondant à la surface de feuilles par celle de couvert arboré.

Cependant, le modèle considère que toutes les espèces ont la même capacité de fixation des particules, ce qui constitue une limite de la méthode car les différentes textures de feuilles des espèces d'arbres ont



des capacités très différentes de fixation (présence de poils, de cires, de rugosité de la surface...). Le modèle intègre par ailleurs de nombreux paramètres comme les données horaires de pollutions, l'exposition des feuilles à la lumière, la vitesse du vent et les précipitations pour simuler le mécanisme complexe de dépôt, de resuspension et de réduction des divers polluants.

Les particules fines PM10 sont entendues ici comme la somme des particules dont le diamètre est inférieur à 2,5 microns et celles dont le diamètre est supérieur à 2,5 microns et inférieur à 10 microns. La fixation des particules fines sur les feuilles d'arbres à l'échelle du territoire communal a un potentiel théorique maximal de 46 785 kg/an pour 2163 hectares de couvert arboré, ce qui correspond à un rendement de fixation d'environ 21 kg de particules fines par an et par hectare de couvert arboré (ou 2 g de particules fines par an et par mètre carré de couvert arboré).

En lien avec la dynamique saisonnière de l'indice de surface foliaire (la phénologie), la capacité de dépollution présentes des maxima mensuels durant la période de croissance des espèces à feuilles caduques en feuilles, et des minima durant la période de dormance de ces mêmes espèces après l'abscission foliaire. Durant cette période hivernale, la dépollution est non nulle grâce aux espèces à feuilles persistantes, mineures cependant à Liège (figure 6).

Si cette capacité théorique potentielle de fixation des particules fines de 46 785 kg/an est comparée aux émissions totales de ces mêmes particules évaluées à 294 tonnes/an en 2019, alors le couvert arboré pourrait avoir un taux théorique annuel de dépollution de 16 %. Ce taux de dépollution atmosphérique est significatif mais il doit être interprété avec nuance et discernement car les sources de pollutions et les zones arborées sont spatialement très hétérogènes sur le territoire communal et, globalement, les grands massifs d'arbres sont rarement implantés à proximité directe des principales sources d'émissions. Cette capacité de réduction des polluants atmosphériques par le feuillage des arbres doit donc être entendue comme un potentiel théorique maximal. Il n'est en revanche pas exclu que le taux annuel de dépollution de 16 % soit en partie atteint lorsque, localement, les arbres sont adjacents aux sources d'émissions des polluants comme cela peut être le cas pour les arbres



**Figure 5.** Particules fines fixées sur une feuille de hêtre.

d'alignement situés le long des voiries structurantes (quais, boulevards). Toutefois, dans certaines configurations de plantations d'arbres mal conçues et trop denses dans des rues étroites, il faut être attentif à ce que le couvert arboré ne bloque pas la circulation de l'air avec un effet de « mise sous cloche » des polluants sous le feuillage augmentant dès lors leur concentration.

Par ailleurs, de manière assez intuitive, on peut observer que la surface foliaire d'un arbre augmente en fonction de la hauteur de sa couronne et que la capacité de dépollution en particules fines augmente en fonction de la surface foliaire. En conséquence de quoi, plus un arbre a une grande couronne, plus il fournit ce type de service écosystémique (figures 7 et 8).

**Figure 6.** Dépollution mensuelle en PM10.



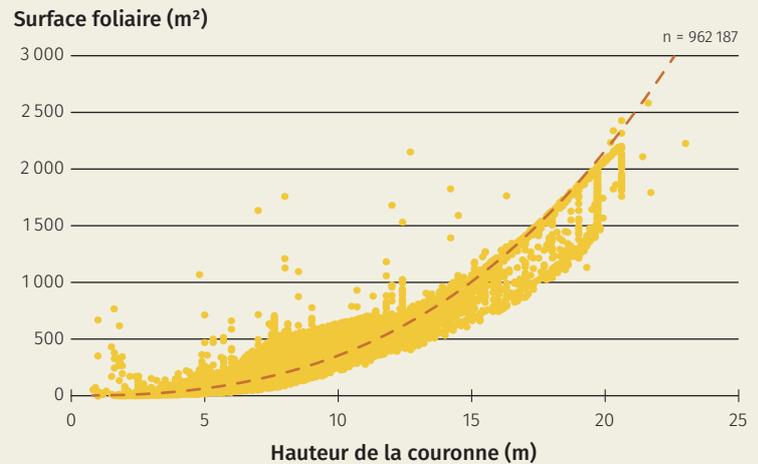
L'absorption de dioxyde d'azote par les stomates des feuilles d'arbres à l'échelle du territoire communal a un potentiel théorique maximal de 38 098 kg/an pour 2163 hectares de couvert arboré, ce qui correspond à un rendement d'absorption d'environ 17 kg/an/ha de couvert arboré (ou 2 g/an/m<sup>2</sup> de couvert arboré). D'autre part, l'absorption de dioxyde de soufre par les feuilles d'arbres à l'échelle du territoire communal a un potentiel théorique maximal de 3 441 kg/an pour 2163 hectares de couvert arboré, ce qui correspond à un rendement d'absorption d'environ 2 kg/an/ha de couvert arboré.

### Un taux annuel d'interception des précipitations de près de 10 %

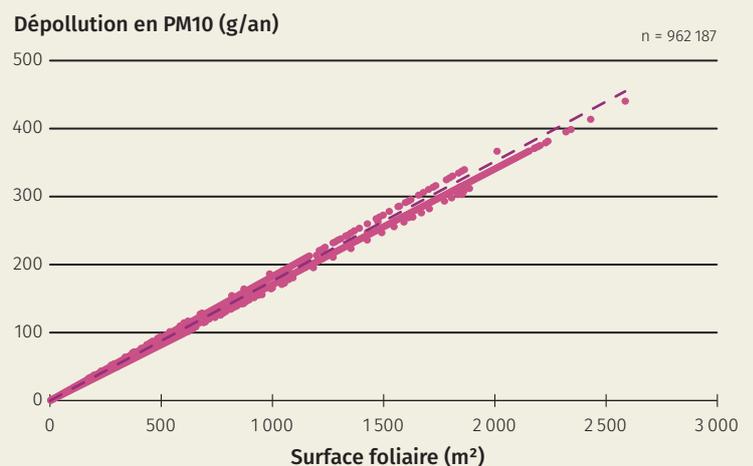
L'interception des eaux de pluie correspond au volume de précipitations intercepté par le couvert arboré n'atteignant jamais le sol. Le modèle d'interception de *i-Tree Eco*<sup>3</sup> considère la part de précipitations qui entrent en contact avec le couvert arboré jusqu'à ce que la capacité maximale de stockage au niveau des feuilles soit atteinte (0,2 mm = 0,2 l/m<sup>2</sup>). Les précipitations sont ensuite évaporées et transpirées à la surface des feuilles. Une autre partie des précipitations atteint le sol soit directement en passant à travers le couvert arboré, soit indirectement par égouttage du feuillage saturé en eau. Le modèle ne considère que le stockage d'eau au niveau des feuilles sans prendre en compte le stockage au niveau de l'écorce des branches et du tronc. Ceci constitue une limite de la méthode qui sous-estime donc vraisemblablement la capacité totale de stockage d'eau à la surface des arbres. Par ailleurs, le modèle est mécaniste et ne rend pas compte des flux d'eau réels liés à la physiologie. L'interception des précipitations par le couvert arboré est estimée à 3 942 375 m<sup>3</sup>/an avec une surface de 2163 hectares, ce qui correspond à un rendement d'interception de précipitations de 1 820 m<sup>3</sup>/an/ha de couvert arboré.

À l'échelle du territoire communal, en 2016, les précipitations annuelles totales sont de 688 mm (688 mm = 688 l/m<sup>2</sup>), soit un volume d'eau de pluie de 47 472 000 m<sup>3</sup>/an pour 6 900 hectares. Le couvert arboré a intercepté un volume d'eau de 3 942 375 m<sup>3</sup>/an, ce qui correspond à un taux annuel d'interception de 8 % (figure 10). En juin, le mois le plus pluvieux de l'année de référence, le taux d'interception s'élève à 11 % (figure 11). À l'échelle du couvert arboré, le taux d'interception sous les arbres est de 27 % et peut même s'élever à 35 % au mois de juin. Il est à remarquer que pour les précipitations, à l'inverse des polluants atmosphériques, l'hypothèse d'une répartition spatiale homogène sur le territoire communal est raisonnable. Cette capacité d'interception plaide vigoureusement en faveur de la préservation et du

**Figure 7.** Variation de la surface foliaire en fonction de la hauteur de la couronne.



**Figure 8.** Variation de la dépollution en PM10 en fonction de la surface foliaire.



**Figure 9.** Interception des eaux de pluie par les feuilles d'un érable.



Figure 10. Précipitations et interceptions mensuelles à l'échelle du territoire communal.

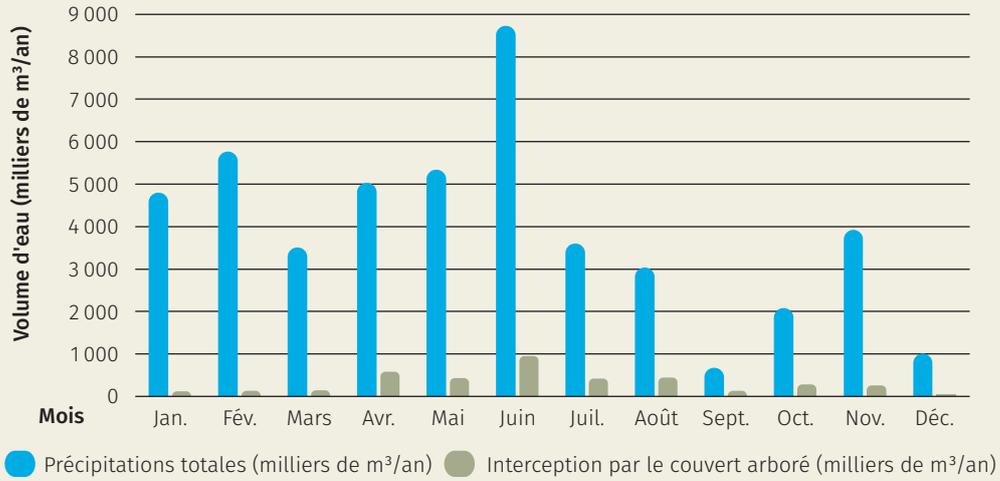


Figure 11. Taux mensuels d'interception à l'échelle du territoire communal

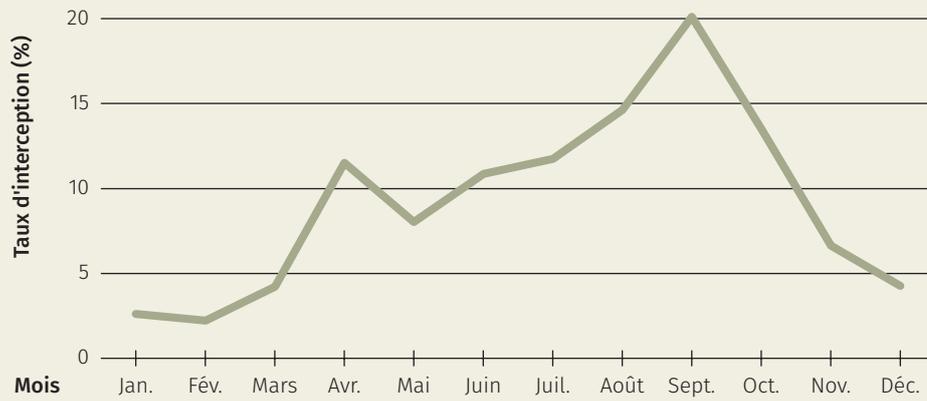
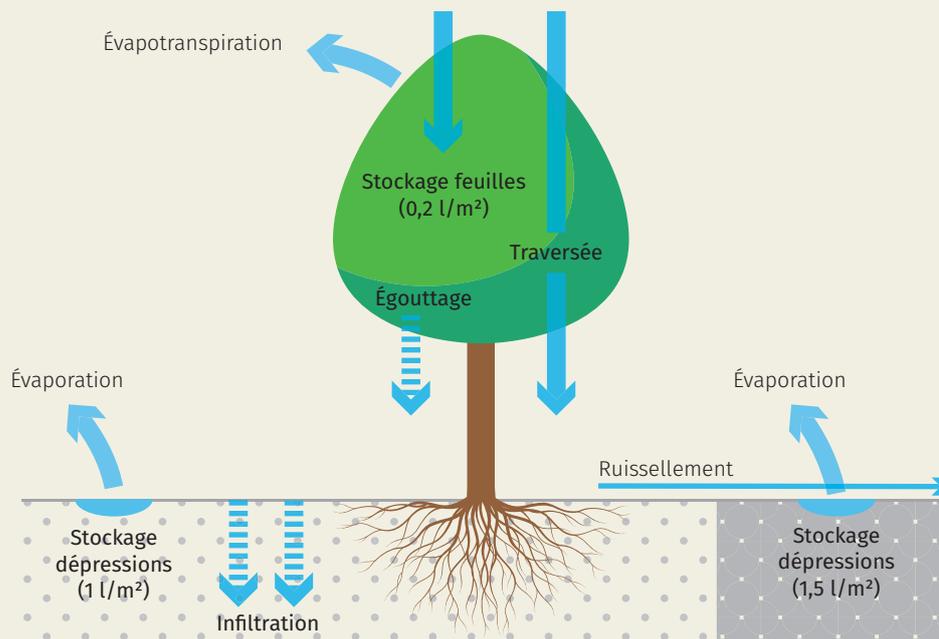


Figure 12. Bilan hydrologique simplifié du ruissèlement.



développement du couvert arboré dans les bassins versants de Liège afin de réduire les quantités d'eau arrivant au sol.

Le calcul du ruissellement évité est plus complexe. Le modèle considère, en plus des considérations de l'interception, qu'une part des précipitations arrivant au sol tombe sur une surface perméable sur 75 % de sa superficie et imperméable sur 25 % de sa superficie. Au niveau de la surface perméable, une partie peut être stockée dans les dépressions du sol (1 mm = 1 l/m<sup>2</sup>) pour être ensuite évaporée et une autre peut s'infiltrer jusqu'à la saturation du sol. Pour la surface imperméable, une partie peut être stockée également dans les dépressions du sol (1,5 mm = 1,5 l/m<sup>2</sup>) (figure 12). Le surplus d'eau non infiltré et non stocké peut alors ruisseler. Le ruissellement évité est une opération de soustraction du ruissellement sans arbres moins le ruissellement avec arbres. Il est estimé à 817 290 m<sup>3</sup>/an.

### Les arbres pour le renforcement de la connectivité écologique de la strate arborée urbaine

Nous abordons ici deux types de connectivités écologiques : la connectivité structurelle et la connectivité fonctionnelle.

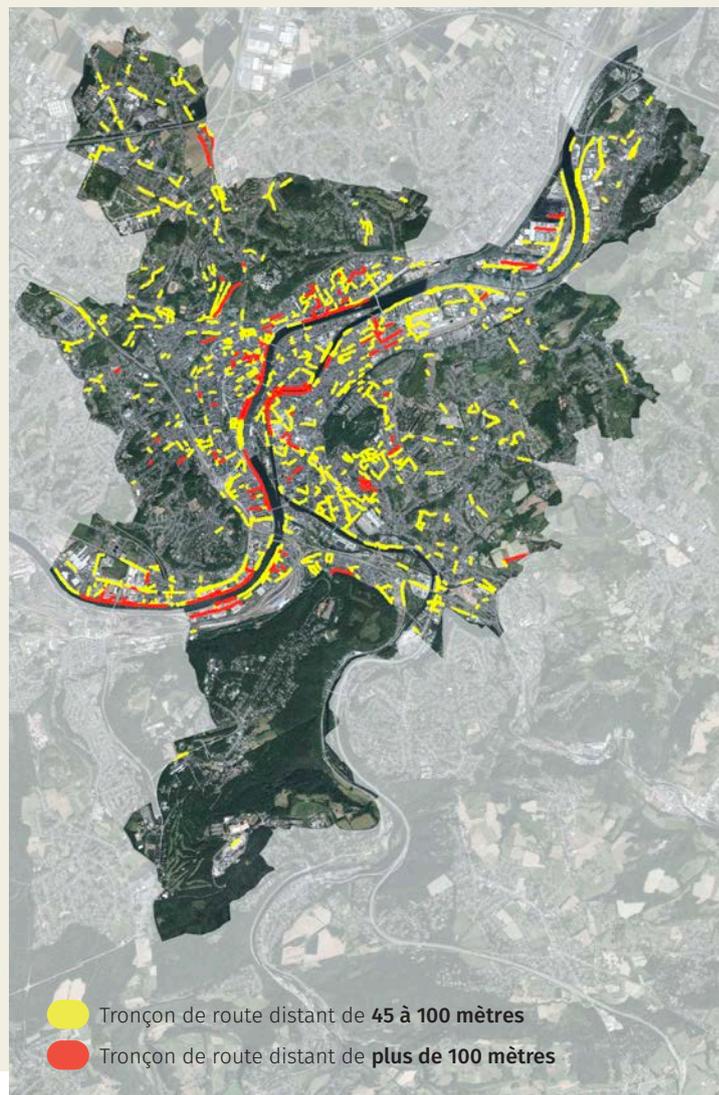
Le calcul de la connectivité structurelle se base sur l'analyse de la répartition spatiale des arbres. Cependant, afin d'adapter cette connectivité aux spécificités du contexte urbain, les bâtiments et l'eau sont considérés comme des obstacles infranchissables à contourner pour calculer une distance euclidienne « entravée » en plus de la distance euclidienne « à vol d'oiseaux ». Cette distance euclidienne entravée, mesurée pour l'analyse de la connectivité structurelle, permet d'identifier les tronçons de route les plus éloignés des arbres existants et donc les moins connectés au réseau arboré sans a priori sur une espèce particulière. Ces tronçons de route, d'une largeur suffisante pour une plantation potentielle, représentent dès lors des cibles prioritaires pour les projets d'implantation d'arbres supplémentaires en voirie comme les quais non arborés en bord de Meuse et de Dérivation (figure 13).

La connectivité fonctionnelle utilise l'occupation du sol au regard des spécificités d'usage d'une espèce en particulier. L'approche par les graphes paysagers est basée sur le principe selon lequel les espèces se déplacent préférentiellement dans les milieux qui leur sont favorables pour des raisons liées à leur alimentation, à la présence de refuges ou d'autres aspects

liés à leur cycle de vie. Le logiciel *Graphab* est un outil de modélisation des réseaux écologiques basé sur cette théorie des graphes. À partir d'une carte de l'occupation du sol, le modèle permet une représentation simplifiée du réseau écologique sous forme de taches d'habitats (les nœuds du réseau) et de chemins de déplacement potentiels (les arêtes du réseau) évaluant un flux potentiel d'individus. Une matrice de friction est appliquée sur base d'un coût de déplacement pour chaque classe d'occupation du sol.

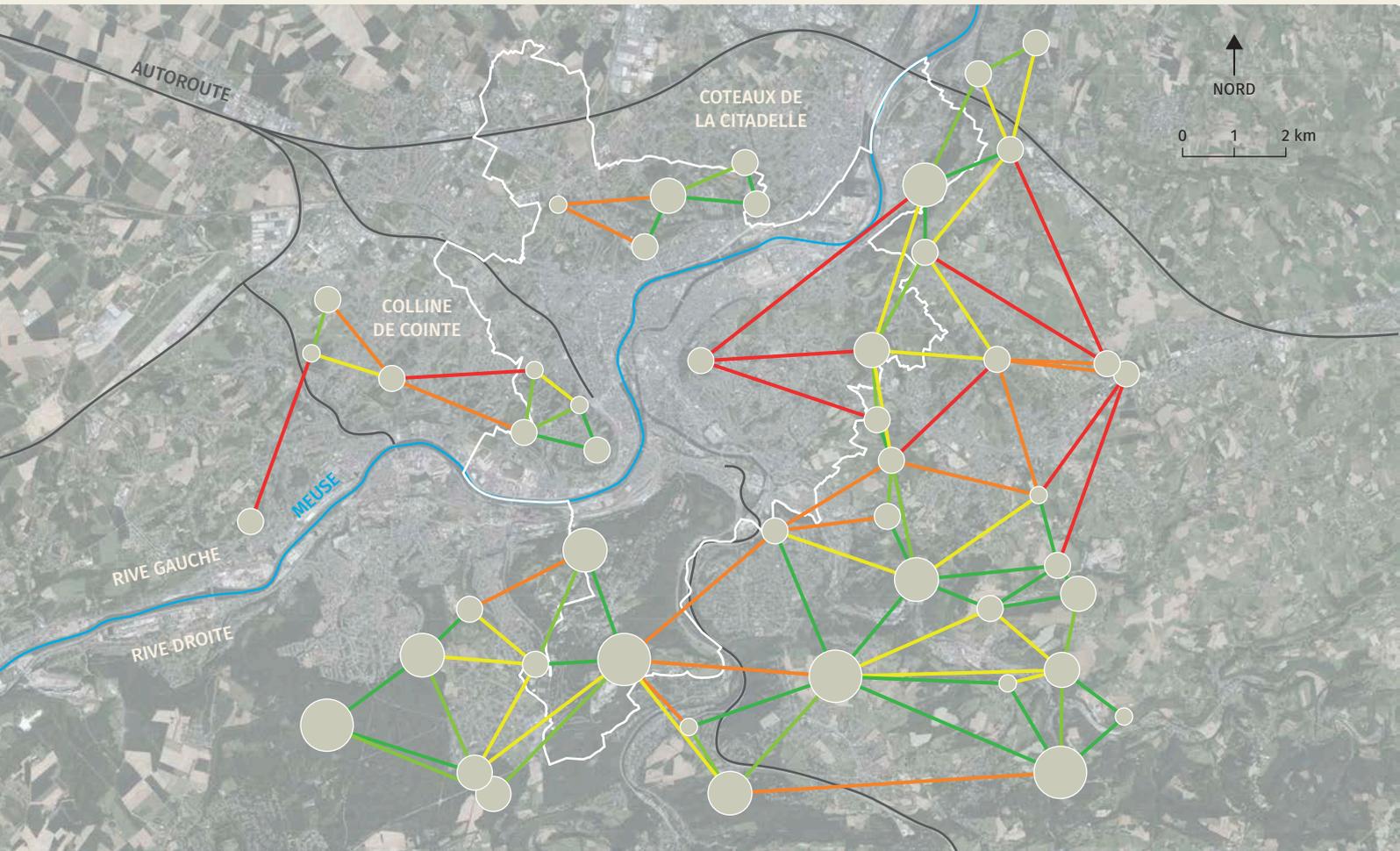
Nous prenons ici l'exemple de l'écureuil roux, un petit rongeur arboricole privilégiant le déplacement dans les couronnes d'arbres de proche en proche. C'est une espèce-parapluie en ce sens que l'analyse pour cette espèce est susceptible d'être raisonnablement valable pour d'autres petits mammifères comme les hérissons ou les campagnols. Pour cette espèce, le coût de déplacement au niveau des arbres est par exemple très faible et en revanche très élevé au niveau des bâtiments.

**Figure 13.** Carte de la distance euclidienne entravée des tronçons de route plantables aux arbres les plus proches.



Taches d'habitat    ● < 20 ha    ● 20-50 ha    ● 50-100 ha    ● 100-300 ha    ● > 300 ha

Distance de moindre coût    — Très faible    — Faible    — Modérée    — Élevée    — Très élevée



**Figure 14.** Carte du réseau écologique de l'écureuil roux selon les graphes paysagers. La tâche d'habitat est proportionnelle à la surface de l'ensemble boisé et la distance de moindre-coût représente le coût de déplacement pour l'espèce entre deux tâches d'habitat au regard de l'occupation du sol.

Pour cette espèce, l'analyse des graphes paysagers met en évidence trois sous-réseaux isolés par la Meuse et l'autoroute : un grand ensemble en rive droite et deux petits ensembles en rive gauche (figure 14). Le grand sous-réseau en rive droite est plus résilient car sa superficie est plus étendue en contenant de nombreuses tâches d'habitats avec de multiples connections. En revanche, dans les deux petits sous-réseaux en rive gauche (les Coteaux de la Citadelle et la colline de Coïnte), le nombre de tâches d'habitats et les liens sont nettement plus réduits. Ces deux sous-réseaux sont donc plus fragiles et doivent dès lors être consolidés en améliorant leur connectivité et en aménageant des zones boisées de plus grande surface pour augmenter la taille des tâches d'habitat. Les liens avec les distances de

moindre-coût élevées permettent par ailleurs de cibler des zones dans lesquels une densification du couvert arboré a du sens pour cette espèce.

## Conclusion

La méthode et le modèle *i-Tree Eco* sont certainement critiquables à plusieurs niveaux comme les limites des inventaires forestiers, la sélection des équations allométriques, la capacité unique de fixations des particules fixes et le bilan hydrologique simplifié. Consciente de ces limites, cette étude présente néanmoins l'intérêt de fixer certains ordres de grandeur sur l'effet des services écosystémiques de régulation rendus par les arbres urbains (figure 15).



Figure 15. Synthèse des services écosystémiques rendus par les arbres de Liège.



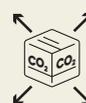
**Couvert arboré**  
2 163 ha



**Nombre d'arbres**  
962 187



**Stockage de carbone**  
Arbres : 212 308 tC  
Sols : 198 836 tC



**Séquestration de carbone**  
8 712 tC/an



**Dépollution PM10**  
47 t/an | 16 %



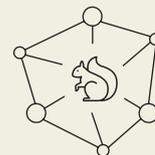
**Dépollution NO<sub>2</sub>**  
38 t/an | 3 %



**Dépollution SO<sub>2</sub>**  
3 t/an | 3 %



**Interception pluies**  
3 942 375 m<sup>3</sup>/an | 8 %



**Réseau écologique**

## POINTS-CLEFS

- ▶ Le couvert arboré de Liège a une superficie de 2163 hectares composée d'environ un million d'arbres majoritairement forestiers d'une part et essentiellement implantés dans des espaces gérés par des acteurs publics d'autre part.
- ▶ Les arbres urbains liégeois fournissent des services écosystémiques de régulation essentiels qu'il est possible d'estimer en première approximation à l'échelle du territoire communal par la modélisation.
- ▶ Les arbres et les bois de la ville forment par ailleurs une strate d'habitats vitaux pour tout un cortège d'espèces arboricoles faisant partie intégrante d'un réseau écologique plus large qu'il convient de préserver et de développer dans un contexte de changement climatique et d'effondrement de la biodiversité.

Sur base de ces résultats, en moyenne, à l'échelle du territoire communal, nous pouvons estimer en première approximation qu'une zone arborée de 100 m<sup>2</sup> :

- Stocke 1000 kg de carbone.
- Séquestre 40 kg de carbone par an.
- Fixe potentiellement 210 grammes de particules fines par an.
- Absorbe potentiellement 170 grammes de dioxyde d'azote par an.
- Absorbe potentiellement 20 grammes de dioxyde de soufre par an.
- Intercepte 18 000 litres d'eau de pluie par an.
- Contribue à la connectivité écologique du réseau.

Cette capacité régulatrice des arbres urbains justifie pleinement leur préservation et leur développement dans les villes dans un contexte de changement climatique et d'effondrement de la biodiversité. Ils permettent de temporiser, jusqu'à une certaine limite, l'arrivée des précipitations au sol et de réduire la concentration des particules fines dans l'air, à condition que les plantations sont bien conçues. La question de la régulation thermique n'est pas abordée ici mais la relation entre la diminution de la température locale et l'augmentation du couvert arboré est établie scientifiquement<sup>2,6,7</sup>. En outre, la présence régulière d'arbres dans le tissu urbain augmente la connectivité structurelle de la strate arborée et améliore le maillage écologique si les espèces plantées sont des supports efficaces de biodiversité. Il est important de noter que la strate arborée est un pilier d'un réseau écologique plus large intégrant d'autres strates tout aussi essentielles comme les milieux ouverts par exemple. ■

## Bibliographie

- <sup>1</sup> Chaparro L., Terradas J. (2009). *Ecological services of urban forest in Barcelona*. CREA, Ajuntament de Barcelona, 103 p. 
- <sup>2</sup> Dominique M. (2022). *Impact de la résolution spatiale du capteur TIRS dans l'étude des îlots de chaleur urbains : effet de l'occupation du sol dans la ville de Liège*. Mémoire de fin d'études, Faculté des bioingénieurs, UCLouvain, 78 p. 
- <sup>3</sup> Hirabayashi S. (2013). *i-Tree Eco precipitation interception model descriptions*. US Forest Service, 21 p. 
- <sup>4</sup> Hirabayashi S., Kroll C.N., Nowak D.J., Endreny T.A. (2022). *i-Tree eco dry deposition model descriptions*. Citeseer, Princeton, NJ, USA, 46 p. 
- <sup>5</sup> ISSeP, UCLouvain (2024). *Rapport de réalisation de la tâche 2.6 : Étude scientifique des services écosystémiques rendus par les arbres urbains*.
- <sup>6</sup> Klemm W., Heusinkveld B.G., Lenzholzer S., van Hove B. (2015). Street greenery and its physical and psychological impact on thermal comfort. *Landscape and urban planning* 138 : 87-98.
- <sup>7</sup> Middel A., Chhetri N., Quay R. (2015). Urban forestry and cool roofs: Assessment of heat mitigation strategies in Phoenix residential neighborhoods. *Urban Forestry & Urban Greening* 14(1) : 178-186. 
- <sup>8</sup> Nowak D.J. (2020). *Understanding i-Tree: Summary of programs and methods*. General Technical Report NRS-200, US Forest Service, Northern Research Station, 105 p. 
- <sup>9</sup> Selmi W. (2016). *Évaluation des services écosystémiques rendus par les arbres urbains. Étude de l'effet des arbres sur l'environnement urbain. Résultats de l'application du modèle i-Tree Eco à la ville de Strasbourg*. Rapport technique, Laboratoire Image, Ville, Environnement à Strasbourg. 

### En savoir +

Note de synthèse de l'Étude des services écosystémiques rendus par les arbres urbains : [canopee.liege.be](http://canopee.liege.be)



**Crédit photo.** T. Halford (p. 57), Maher *et al.* (doi.org/10.1021/es404363m) (p. 56), Adobe Stock (51, 53, 55 et 61).

### Thomas Halford

[thomas.halford@liege.be](mailto:thomas.halford@liege.be)

Service de Foresterie urbaine,  
 Direction de la Gestion de l'espace public,  
 Ville de Liège  
[canopee.liege.be](http://canopee.liege.be)



# FOREST

## MOOC FOR CHANGE

MASSIVE OPEN ONLINE COURSE FOR FOREST RESILIENCE

LE PREMIER COURS EN LIGNE GRATUIT SUR LA  
SYLVICULTURE MÉLANGÉE À COUVERT CONTINU,  
DISPONIBLE EN TROIS LANGUES

**NOUVELLE SESSION**

Du 14 octobre au 31 décembre 2024



Inscrivez-vous dès maintenant sur  
[forestmoochange.eu](https://forestmoochange.eu)

Découvrez tous les aspects de la SMCC  
sur le terrain, avec des exemples en  
forêts continentale, atlantique  
et méditerranéennes

[forestmoochange.eu](https://forestmoochange.eu)