



Haies Brise-Vent: Fiche Technique 4



Stockage du carbone

Charles Marty (PhD), Sylvie Bouchard (PhD) & Patrick Faubert (PhD)

Carbone boréal, Université du Québec à Chicoutimi

Avril 2024

Mécanismes de stockage du carbone:

L'implantation de haies brise-vent fait partie des outils dont disposent les agriculteurs pour réduire l'impact de leur activité sur le changement climatique. En effet, les haies brise-vent absorbent du CO_2 atmosphérique, le principal gaz à effet de serre, et le stockent dans la **biomasse des arbres** mais aussi dans la **matière organique du sol**.

Le carbone représente environ la moitié (~50%) de la masse sèche d'un arbre. À mesure que les arbres grandissent, ils accumulent donc du carbone, en grande partie dans le tronc, les branches et les racines. Une partie de ce carbone est transférée au sol par le biais de la **litière** (feuilles, branches et racines mortes) et des exsudats racinaires (excrétion de molécules organiques). Cependant, une importante fraction de ces apports de carbone au sol n'y reste pas de manière permanente. Cette matière organique morte est en effet une source de nourriture pour de nombreux organismes du sol tels que des collemboles, des insectes, des vers de terre, des champignons et des bactéries (Figure 1). En conséquence, seule une très faible fraction du carbone de la litière persiste dans le sol et la plus grande partie s'échappe dans l'atmosphère sous forme de CO_2 . Toutefois, au fil du temps d'importantes quantités de carbone se sont accumulées dans le sol. Par exemple, on retrouve fréquemment des sols forestiers québécois ayant accumulé 150 tonnes de carbone par hectare au cours des 10 000 dernières années.

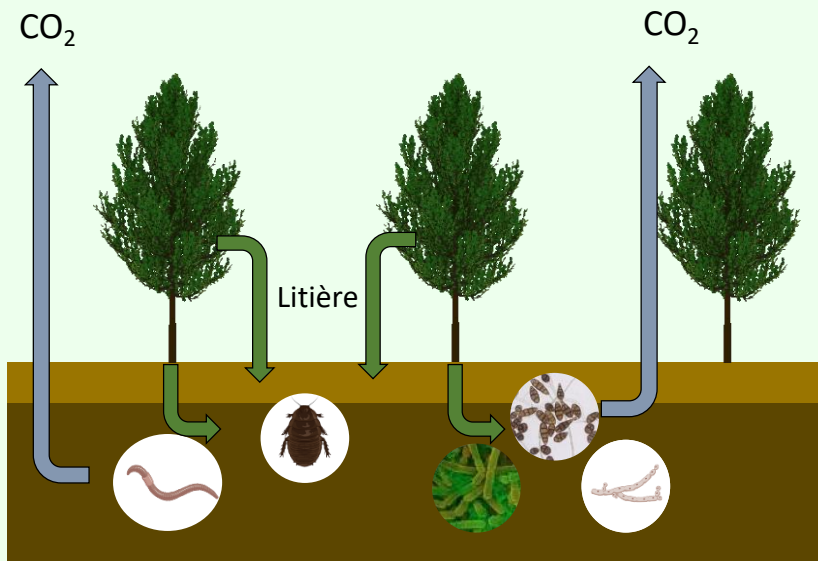


Figure 1. Flux de carbone entre les arbres et le sol dans une haie brise-vent. La litière provenant des feuilles et des racines des arbres apporte du carbone au sol sous forme de matière organique. Cette matière organique est ensuite décomposée par une multitude d'organismes vivant du sol (arthropodes, vers, champignons, bactéries, etc.). Ce processus entraîne le dégagement de carbone du sol vers l'atmosphère sous forme de CO_2 . Une petite fraction de la matière organique décomposée reste dans le sol entraînant une accumulation nette de carbone au cours du temps.

Les perturbations naturelles (feux, vent, maladies, ravageurs, etc.) et les perturbations d'origine humaine entraînent également des pertes de carbone des sols et de la végétation vers l'atmosphère. Les sols ont par exemple perdu beaucoup de carbone suite au défrichement des forêts et en raison des pratiques agricoles de ces 50 dernières années qui ne restituent pas toujours suffisamment de carbone au sol pour maintenir les stocks. Néanmoins, les 15 premiers centimètres du sol des parcelles agricoles de la région contiennent généralement autour de 50 t de carbone par hectare. Ce stock varie selon le type de sol, les pratiques agricoles, la topographie et le climat. Les sols argileux ont généralement des stocks de carbone organique supérieurs aux sols à granulométrie plus grossière.



Figure 2. Haie brise-vent composée de peuplier hybride et d'épinette blanche. Le peuplier hybride est une essence à croissance très rapide pouvant atteindre plus de 10 mètres de hauteur et un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) supérieur à 30 cm en moins de 20 ans. Cette essence peut ainsi stocker d'importantes quantités de carbone dans sa biomasse.

Comment mesure-t-on les stocks de carbone dans une haie brise-vent?

Comme le carbone représente la moitié de la masse sèche d'un arbre, il est facile d'en connaître son contenu en carbone si on en connaît la masse. Fort heureusement, il existe des méthodes non destructives pour estimer les stocks de carbone dans les arbres. On peut estimer la **biomasse** d'un arbre à partir d'**équations** (dites allométriques) qui font intervenir les mesures de **hauteur** et du **diamètre à hauteur de poitrine (DHP)** des arbres prises sur le terrain. Cette méthode permet généralement d'obtenir une valeur de la biomasse aérienne de l'arbre assez précise. Des équations de ce type sont disponibles pour la plupart des essences forestières du Canada. La biomasse racinaire est généralement obtenue à partir de la biomasse aérienne et d'un coefficient qui dépend de l'essence et de la région considérée. Pour les arbres matures, la biomasse racinaire représente environ 18% de la biomasse totale pour les conifères et 25% pour les feuillus.

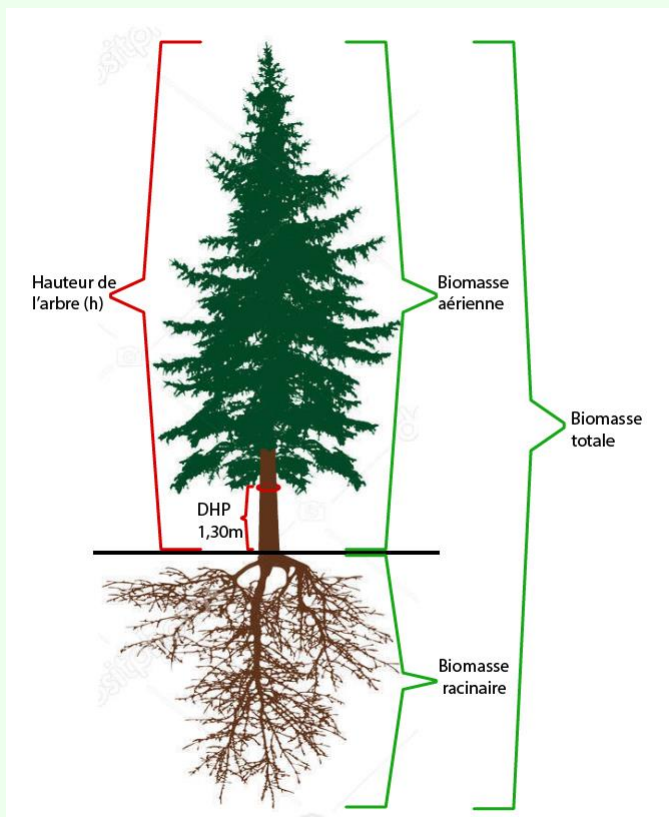


Figure 3. Les différentes mesures permettant d'estimer la biomasse d'un arbre à partir d'équations allométriques: la hauteur (h), le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) et selon les espèces, on applique des ratios de biomasse racinaire sur biomasse totale.

De nouvelles méthodes sont présentement en développement pour estimer les stocks de carbone dans les arbres à partir d'images aériennes prises par drone et de l'intelligence artificielle. Ces technologies permettront dans le futur d'augmenter la rapidité des prises de mesures et donc de faciliter les inventaires des stocks de carbone dans les haies brise-vent.

Enfin, des modèles développés au Canada par Ressources Naturelles Canada ou Agriculture et Agroalimentaire Canada permettent d'estimer les stocks de carbone dans la biomasse et dans le sol des haies brise-vent en fonction des essences, de leur entretien, du type de sol et du climat et de faire des projections sur l'évolution de ces stocks dans le futur.



Figure 4. Un drone équipé d'une caméra numérique à haute définition peut être utilisé pour estimer les stocks de carbone dans les arbres des boisés et haies brise-vent



Figure 5. Exemple d'une haie brise-vent de 20 ans composée d'un mélange de frênes et d'épinettes blanches espacés d'environ 2,5 mètres les uns des autres

La figure 6 présente un exemple de simulation de l'évolution des stocks de carbone sur une période de 100 ans dans la haie brise-vent de la figure 5 située dans la région Saguenay-Lac-Saint-Jean. On voit que le stock de carbone dans le sol de la haie n'augmente que très légèrement au cours de cette période (+4 t C/km). Le stock de carbone dans la biomasse atteint un plateau à 43 t C/km en un peu moins de 60 ans. Après 2060, les arbres ont une croissance plus faible et n'accumulent plus de carbone dans leur biomasse. Le potentiel de séquestration du carbone de cette haie est par conséquent d'environ 47 t C/km sur le long terme (soit environ 0,8 t C/km sur 60 ans).

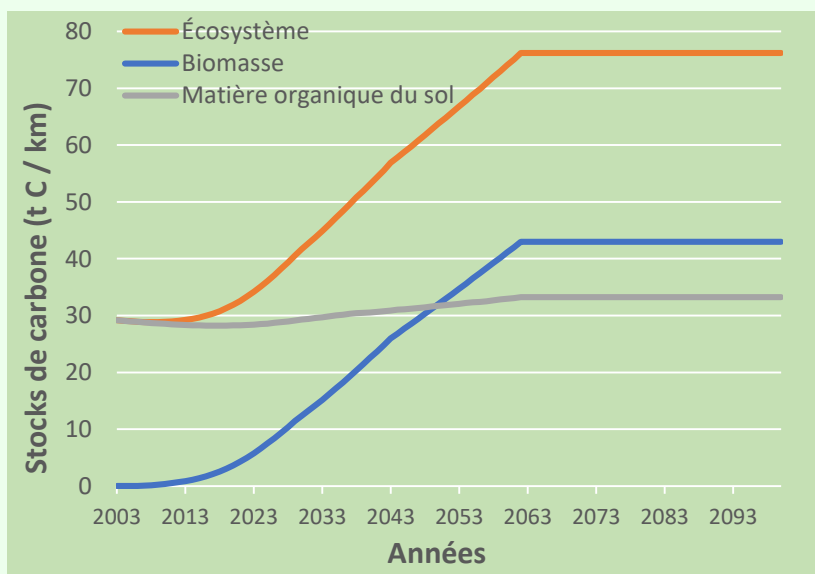


Figure 6. Évolution des stocks de carbone au cours du temps dans la biomasse, la matière organique du sol et le stock total (Écosystème) dans une haie brise-vent plantée en 2003 et composée de frêne et d'épinette blanche dans la région du Lac-Saint-Jean. La projection a été réalisée à l'aide du modèle Holos d'AAC.

Le potentiel de séquestration de carbone des haies brise-vent est très variable selon les essences qui sont plantées et les régions. Dans la province de la Saskatchewan, où les haies brise-vent sont nombreuses et jouent un rôle important dans les systèmes agricoles, les haies peuvent séquestrer de 1,7 à 6,5 t C/km chaque année avec des essences productives comme le peuplier hybride. Dans l'ouest de la France, le taux de séquestration dans la biomasse des arbres des haies a récemment été estimé à 0,3-3,4 t C/km et par an.

Comment mesure-t-on les stocks de carbone dans le sol?

Les stocks de carbone dans le sol sont estimés à partir de carottes prélevées à différentes profondeurs dans le sol à l'aide d'une sonde volumétrique (Figure 7). Ces carottes, dont on connaît le volume, sont apportées au laboratoire où elles sont séchées, tamisées, pesées et broyées en une fine poudre. La concentration en carbone organique est ensuite mesurée par combustion. Ces mesures nous permettent de calculer la quantité de carbone contenu dans les carottes. Un échantillonnage intensif permet ainsi d'estimer les stocks de carbone par unité de surface de sol (en t C/ha).



Figure 7. Carotte de 15 cm de long et de 8 cm de diamètre prélevés à l'aide d'une sonde volumétrique

Dans les haies, on constate souvent une accumulation de matières minérale et organique (vivante et morte) à la surface du paillis de plastique qui est en général installé sur le sol avant l'implantation de la haie. Premièrement, la haie entraîne le dépôt et l'accumulation de particules de sol issues de l'érosion éolienne à la surface du paillis. Celui-ci est ensuite colonisé par des mousses et d'autres plantes herbacées, et se couvre progressivement d'une couche de litière provenant des arbres, à tel point qu'au bout d'une dizaine d'années, on peut observer une couche de plusieurs centimètres d'épaisseur de sol au-dessus du paillis (Figure 8). Ce phénomène représente un gain net de carbone lié à la présence de la haie. Il faut donc le comptabiliser lorsque l'on estime le stock de carbone du sol dans les haies brise-vent. L'accumulation de carbone dans le sol de la haie peut être mesurée à partir d'un plan d'échantillonnage approprié (Figure 9).



Figure 8. À gauche, on voit que le paillis de plastique noir est recouvert d'une couche de mousse et de graminées. Après une dizaine d'années, une couche de sol riche en matière organique de plusieurs centimètres d'épaisseur s'est formée. Cette couche de sol représente un gain net de carbone résultant de la présence de la haie brise-vent par rapport à la parcelle adjacente.

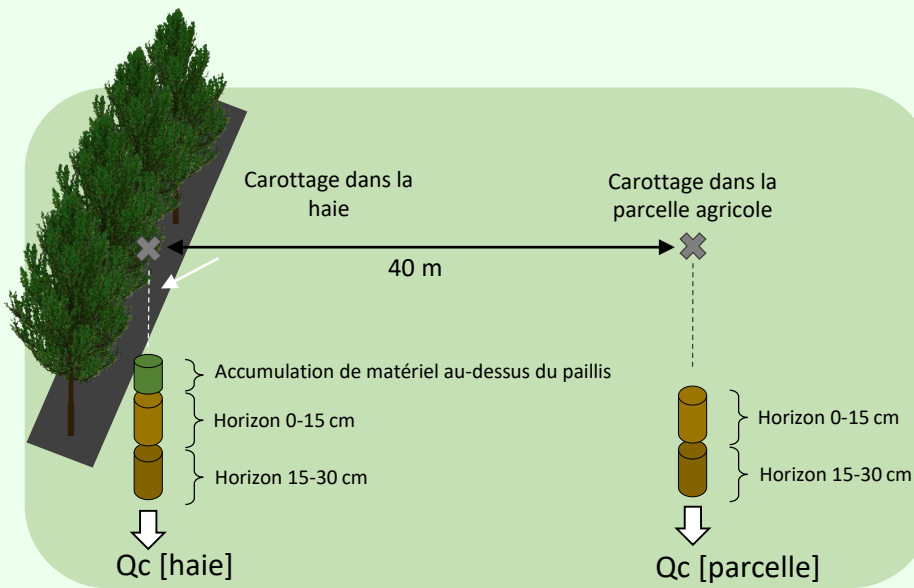


Figure 9. L'accumulation nette de carbone dans le sol sous la haie (ΔQ_c) se calcule comme la différence entre la quantité de carbone dans les 3 horizons du sol de la haie ($Q_c[\text{haie}]$) et la quantité de carbone dans les 2 horizons du sol de la parcelle agricole ($\Delta Q_c = Q_c[\text{haie}] - Q_c[\text{parcelle}]$)

Les haies permettent-elles d'accumuler du carbone dans le sol?

La colonisation du paillis par des plantes herbacées et la production de litière par les arbres apportent du carbone au sol. Néanmoins, comme nous l'avons vu dans la figure 6, l'accumulation nette de carbone dans le sol est très lente. L'implantation d'une haie perturbe le sol et augmente les pertes de carbone vers l'atmosphère pendant quelques années. Ainsi, il faut en général au moins 10 ans pour observer une augmentation de la quantité de carbone dans le sol de la haie par rapport au sol de la parcelle agricole. Dans l'ouest de la France, l'accumulation de carbone dans le sol varie par exemple entre 0,3 et 0,96 t C/km par an pour des haies âgées d'au moins 30 ans.

Des récents travaux réalisés sur une trentaine de haies brise-vent d'âges variés de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean ont montré qu'en moyenne, les sols des haies et des parcelles agricoles contenaient à peu près les mêmes stocks de carbone dans les 30 premiers centimètres, soit un peu plus de 100 t C/ha (Figure 10). Ces résultats indiquent que les sols avaient probablement perdu un peu de carbone suite à l'implantation des haies et que certains d'entre eux n'ont pas totalement récupéré ce carbone, et ce malgré l'accumulation d'environ 8 t C/ha à la surface du paillis placés sous les haies. Les stocks de carbone dans le sol des haies vont néanmoins continuer à s'accroître dans le futur. Sur une largeur de 3 mètres, les haies de la région contiennent donc environ 30 t C/km dans les 30 premiers centimètres de leur sol.

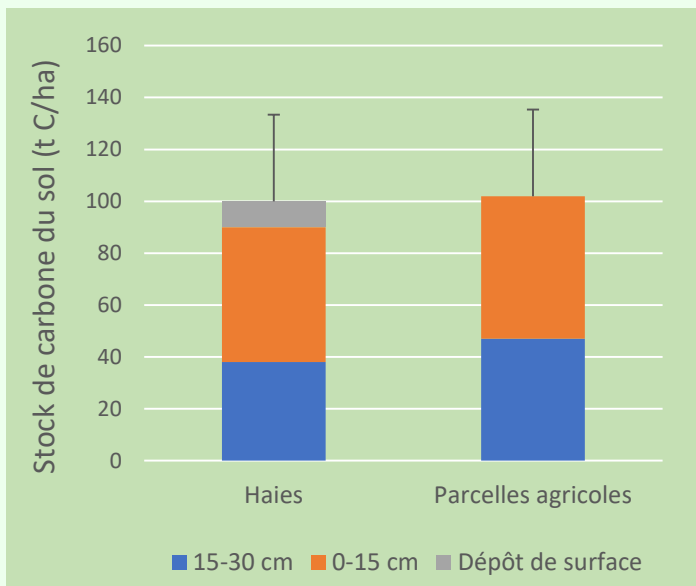


Figure 10. Stocks de carbone dans les différents horizons du sol d’une trentaine de haies brise-vent et dans les parcelles agricoles adjacentes de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean.

Références pour aller plus loin...

- Amichev BY, Bentham MJ, Kulshreshtha SN, et al (2016) Carbon sequestration and growth of six common tree and shrub shelterbelts in Saskatchewan, Canada. *Can J Soil Sci* 97:368–381. <https://doi.org/10.1139/cjss-2016-0107>
- Mayrinck RC, Laroque CP, Amichev BY, Van Rees K (2019) Above- and below-ground carbon sequestration in shelterbelt trees in Canada: A review. *Forests* 10: <https://doi.org/10.3390/f10100922>
- Viaud V, Kunnemann T (2021) Additional soil organic carbon stocks in hedgerows in crop-livestock areas of western France. *Agric Ecosyst Environ* 305: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107174>