



© Cécile Tartera

L'agroforesterie

Quels bénéfices pour la production de grandes cultures ?



© Isabel Fournier

TABLE DES MATIÈRES

Avant propos	4
Augmentation du rendement	6
Augmentation de la survie hivernale des cultures d'automne	6
Réduction du stress hydrique	9
Participation à la lutte contre les ravageurs des cultures	11
Amélioration de la pollinisation des cultures	11
Réduction de la dérive de pesticides et de la contamination OGM	16
Production de bois	19
Adaptation aux changements climatiques	23
Entretien et gestion des végétaux	24
Conclusion	28
Pour aller plus loin	29
Bibliographie	31



AVANT PROPOS

Au Québec, l'agroforesterie est définie comme « un système intégré qui repose sur l'association intentionnelle d'arbres ou d'arbustes à des cultures ou à des élevages, et dont l'interaction permet de générer des bénéfices économiques, environnementaux et sociaux » (CRAAQ, 2011).

Les bénéfices environnementaux liés aux arbres en milieu agricole sont nombreux et bien connus. Une vaste documentation fait la promotion des plantations à la ferme pour améliorer la biodiversité, la qualité de l'eau, la vie du sol et stocker du carbone.

Mais savez-vous que les arbres peuvent aussi être des alliés précieux de la production de grandes cultures?

En agroforesterie, les arbres et arbustes peuvent être agencés de multiples façons pour procurer des avantages agronomiques et économiques. Les arbres et arbustes peuvent prendre leur place autour ou au sein des champs, des enclos ou des cours, sous forme de haies simples ou multi-rangées, en alignements, en bosquets ou isolés... Adéquatement disposés, ils permettent d'améliorer le rendement, la qualité, la rentabilité ou encore la résilience ou l'acceptation sociale de la production agricole.

En production de grandes cultures, les haies brisent autour des parcelles peuvent augmenter le rendement des cultures et la survie des cultures d'automne, et protéger les cultures contre la dérive de pesticides et la contamination OGM. Les haies et les alignements d'arbres autour ou au sein des parcelles réduisent le stress hydrique des cultures, participent à la lutte contre les ravageurs et à la pollinisation des cultures, et contribuent à l'adaptation aux changements climatiques. Les arbres agroforestiers offrent également une opportunité de récolte de bois, pour la vente ou l'utilisation à la ferme.



GÉNÉRALITÉS



Interactions arbres-cultures

« Les interactions entre arbres et cultures sont aériennes et souterraines. Elles donnent lieu à des phénomènes de compétition et de facilitation pour l'utilisation des ressources du milieu (lumière, eau, éléments minéraux). Les effets positifs, ou négatifs, sont souvent plus importants dans la zone d'influence immédiate des arbres et s'accentuent avec leur taille, ainsi toute la parcelle n'est pas impactée de la même façon » (MSV Normandie, 2022).



Les haies brise-vent

« La limite de la zone protégée par un brise-vent est conventionnellement définie comme étant la distance à laquelle la réduction de la vitesse du vent n'est plus que de 20 %, à mi-hauteur des arbres (0,5 H) ». Pour un brise-vent de densité moyenne, cette distance est de 10 à 20 fois la hauteur de la haie (10 à 20 H) en aval et le maximum de réduction de la vitesse du vent est obtenu autour de 4 H (Vézina, 2001).

La hauteur et la porosité du brise-vent sont des paramètres de contrôle de la vitesse du vent et de la grandeur de surface protégée. On peut les faire varier en jouant sur le nombre de rangées, l'espacement entre les rangées et sur le rang, et la composition du brise-vent (type de végétaux, densité, forme, taille, longévité).

Des brise-vent plus denses forment des bancs de neige courts mais épais, tandis que des brise-vent plus poreux forment des bancs de neige plus allongés et moins épais.

Les espèces à feuilles caduques offrent une protection variable dans l'année. « Par exemple, la réduction hivernale moyenne de la vitesse du vent, sur 10 H, par une haie de peupliers hybrides plantés à tous les mètres équivaut à 40 % de celle mesurée durant l'été » (Vézina, 2001).

Planter deux ou trois rangées plutôt qu'une facilite le renouvellement des végétaux et l'introduction d'un plus grand nombre d'espèces, ce qui permet de constituer une haie multifonctionnelle. Par contre, une rangée occupe moins d'espace et exige moins d'entretien. Dans tous les cas, veiller à combiner plusieurs espèces de genres botaniques différents rend l'aménagement plus résilient en cas de problèmes phytosanitaires ou d'événements climatiques extrêmes.



AUGMENTATION DU RENDEMENT AUGMENTATION DE LA SURVIE HIVERNALE DES CULTURES D'AUTOMNE

Aménagements agroforestiers conseillés



Composition et disposition : haies brise-vent moyennement denses constituées d'une à deux rangées d'arbres et/ou arbustes, essentiellement feuillus



Exemples (Cogliastro et al., 2022) :

- Une rangée d'arbustes aux 2 m
- Une rangée d'arbres feuillus aux 3 m
- Une rangée d'arbres feuillus aux 4 à 6 m avec arbustes intercalés
- Une rangée d'arbres à feuilles persistantes et d'arbres à feuilles caduques et à cime étroite aux 3 m, avec au maximum un tiers d'arbres à feuilles persistantes
- Deux rangées d'arbres feuillus aux 4 à 6 m, avec un espacement de 3 à 4 m entre les rangées
- Deux rangées, dont une rangée d'arbres feuillus aux 3 m et une rangée d'arbustes aux 2 m, avec un espacement de 3 à 4 m entre les rangées



Localisation : autour des parcelles, parallèles aux rangs de la culture, avec une haie à tous les 10 H si la parcelle est plus grande

Si on ne souhaite pas avoir de grands arbres, on peut installer plusieurs haies arbustives parallèles les unes aux autres pour protéger la même surface. Par exemple, une haie brise-vent de 20 m à maturité offrira une protection sur 200 à 400 m. Une haie arbustive de 6 m de haut offrant une protection sur 60 à 120 m, on pourrait protéger la même surface en implantant 3 petites haies (une à tous les 130 m).

En réduisant la vitesse du vent, les haies atténuent l'érosion éolienne des sols. Elles permettent aussi d'atténuer les dommages aux plants provoqués par l'abrasion des particules de sol, en plus de protéger les cultures du dessèchement.

En hiver, la réduction de la vitesse du vent dans la zone protégée par la haie permet à la neige de s'y déposer. La couverture neigeuse peut protéger les cultures annuelles d'automne et les cultures pérennes de la dessiccation induite par les vents hivernaux et de l'asphyxie entraînée par la glace.

Les simulations de Marty et Faubert (2024) montrent que, « quelle que soit la diminution du rendement dans la zone de compétition, l'augmentation de la hauteur de la haie permet de diminuer considérablement les gains de rendements nécessaires dans le reste du champ pour compenser. Afin de maximiser l'effet des haies sur le rendement, il est par conséquent recommandé de planter des haies de faible largeur (une rangée) et espacées de 10 à 15 fois la hauteur maximale anticipée de la haie (10 à 15 H).»



Précautions à prendre



© Benoit Poiradeau



-○ Prendre soin de remplacer les arbres morts afin de maintenir l'intégrité de la haie et d'éviter la formation de trouées par lesquelles le vent s'engouffreraient, créant l'effet inverse de celui recherché.
-○ « Il faut s'assurer que la porosité hivernale du brise-vent ne soit pas trop faible pour éviter les trop grandes accumulations de neige près de la haie, ce qui peut retarder l'entrée dans les champs au printemps et provoquer de l'érosion par ruissellement » (Vézina, 2001). Une porosité trop faible peut aussi augmenter les risques de gel dans la zone protégée. En effet, en limitant les mouvements d'air dans cette zone, les haies brise-vent peu poreuses peuvent retenir plus longtemps l'air froid et réduire le réchauffement du sol par le vent (Richard et Munger, 2019 ; Vézina, 2001).
-○ On peut augmenter la porosité de la haie en choisissant des espèces dont le feuillage est moins dense, en espaçant davantage les végétaux ou en élaguant le bas de la haie.
-○ Une baisse de rendement peut être constatée à proximité directe de la haie, sur environ 1 H, en raison de l'ombre essentiellement. Localiser la haie en bordure d'un chemin de ferme ou d'un fossé permet de minimiser les pertes de rendements. L'élagage¹ régulier des arbres est un levier majeur pour bénéficier de l'effet brise-vent tout en limitant la compétition lumineuse (Vézina, 2001).
-○ Planifier la localisation des haies en fonction des dimensions et de la circulation de la machinerie. Garder un espacement sécuritaire de 15 m entre les arbres et les collecteurs de drainage perforés pour éviter les obstructions (Vézina, 2021 ; Cogliastro et al., 2022). « La distance entre les haies et les drains latéraux ne constitue généralement pas une contrainte.»
-○ Attention à la dérive d'herbicides qui peut affecter les plantes des bordures végétalisées.

¹Élagage : pour les forestiers qui cultivent des arbres pour produire du bois, l'élagage consiste à couper les branches au ras du tronc en partant du bas. Il peut porter sur des branches vivantes ou mortes. Dans des plantations linéaires agroforestières, on en vient à retirer toutes les branches basses sur 3 à 6 m. L'élagage peut débuter quand les arbres atteignent 2 m de hauteur ou lorsque le diamètre des branches basses atteint 3 cm au ras du tronc (Hubert et Courraud, 1994 ; Cogliastro et al., 2022).

Aspects économiques

© Cecile Tartere



Selon Kort (1988), les céréales d'automne et les prairies mixtes ou de luzerne bénéficient davantage de la protection des brise-vent tandis que les céréales de printemps et le maïs répondent moins. Des augmentations de rendement de 15 % dans le blé d'hiver au Nebraska et de 20 % dans le soya en Ontario ont été constatées (USDA, 1974). Une étude récente conduite au Kansas et au Nebraska a montré que le soya était la grande culture la plus avantageée par la présence de haies brise-vent, avec un impact positif sur le rendement dans 46 % des cas et une augmentation moyenne du rendement de 16 %. La deuxième grande culture qui bénéficiait le plus des haies était le blé, avec un impact positif dans 30 % des cas, et une augmentation moyenne de 10 %. Ces augmentations de rendement compensaient la perte de surface cultivée due à la présence de la haie dans 71 % des cas si elle était située au nord de la parcelle, et dans 38 % des cas si elle était située au sud (Osorio et al., 2019).

Au Lac-Saint-Jean, Vézina (2015 dans Vézina, 2021) a constaté une augmentation de rendement du maïs de 4 à 16 % sur 17,5 H selon les années. En Montérégie, dans une étude sur 5 sites s'étalant sur 3 ans, Vézina et Perreault (2014) n'ont constaté aucun impact des haies sur le rendement de maïs. En fait, une baisse de rendement moyenne de 40 % était observée à 0,6 H de la haie. Cette baisse était compensée par un gain de rendement en aval dans la zone protégée.

Au Saguenay-Lac-Saint-Jean, Marty et Faubert (2024) ont constaté que « la haie diminue le rendement d'orge d'en moyenne 20 % dans les 10 m longeant la haie brise-vent (2 H), mais l'améliore jusqu'à 20 % entre 20 et 30 m de distance (5-6 H). Lorsque l'on inclut la perte totale de production sur la surface des haies (3 m de largeur), la diminution moyenne de rendement s'élève à environ 30 % sur 10 m. Les données suggèrent donc que les pertes de rendement dans la bande de compétition de 10 m sont certainement compensées par les gains de rendement dans le reste de la zone d'influence de la haie. »

Le rendement des cultures peut être réduit à proximité des haies en raison de l'ombrage, de la réduction de la disponibilité des nutriments et de l'humidité du sol, voire de la production de composés allélopathiques (c'est-à-dire nocifs pour la croissance des autres espèces). Il est cependant important de noter que le rendement plus faible en bordure de champ ne résulte pas uniquement de la présence de la haie, car c'est aussi une zone souvent moins bien désherbée et plus sujette à la compaction du sol, du fait de la circulation fréquente de machineries agricoles.

Un sondage de satisfaction a été réalisé auprès de 31 producteurs (majoritairement laitiers) de la Côte-du-Sud qui cultivent du foin et/ou des céréales. L'âge moyen des haies était de 15 ans. Quatre producteurs sur cinq ont déclaré que, si c'était à refaire, ils replanteraient des haies (Vézina, 2021).



RÉDUCTION DU STRESS HYDRIQUE



Aménagements agroforestiers conseillés



Composition, disposition et localisation :

- haies brise-vent moyennement denses constituées d'une à deux rangées d'arbres et/ou arbustes, essentiellement feuillus, autour des parcelles (voir section précédente)
- arbres isolés ou en alignements, au sein des parcelles (systèmes agroforestiers intercalaires)

Une haie brise-vent en bordure de champ crée une zone de protection dans laquelle l'humidité à la surface du sol est légèrement plus élevée (2 à 4 %), ce qui réduit les pertes d'eau par évaporation du sol (Marty et al., 2024). En outre, « une forte humidité relative diminue le taux d'utilisation d'eau par les plantes, si bien que les cultures utilisent plus efficacement l'eau du sol que dans les zones non protégées » (AAC, 2010).

L'évapotranspiration des cultures peut être réduite en parcelle agroforestière, notamment dans les systèmes intraparcellaires, où l'ombre est répartie de façon plus régulière au sein des parcelles. Les haies brise-vent entraîneraient pour leur part une légère augmentation de l'humidité relative de l'air dans la zone protégée du vent, réduisant ainsi également les pertes d'eau par évaporation du sol. « Les effets d'une haie brise-vent sur l'évaporation de l'eau (de même que sur la transpiration des plantes) dans la zone protégée des vents sont néanmoins complexes et peuvent varier selon les situations (type de cultures, contenu en eau du sol, conditions atmosphériques, etc.) » (Richard et Munger, 2019).

Globalement, la présence de haies brise-vent autour des parcelles ou d'arbres au sein des parcelles contribue à augmenter la résilience des sols et des cultures face à des stress hydriques dans les sols (Rivest et al. 2013 ; Link et al. 2015 ; Nasielski et al. 2015 ; Lawson et al. 2019).

Une étude réalisée au Centre-du-Québec, dans un système agroforestier intercalaire de 7 ans incluant des feuillus nobles et des peupliers hybrides, montre qu'il n'y a pas eu de concurrence souterraine pour l'eau entre les rangées d'arbres et le soya, même en situation de sécheresse simulée avec un dispositif d'exclusion de pluie (Rivest et al., 2020).



Aspects économiques

Une récente étude récente, réalisée en Montérégie et Centre-du-Québec sur 2 ans, a évalué le rendement de maïs, soya, blé et cultures fourragères dans huit systèmes agroforestiers intercalaires à faible densité d'arbres, âgés de 3 à 7 ans. Les résultats ont montré, de façon générale, des rendements équivalents à ceux mesurés dans des témoins dépourvus d'arbres (Carrier et al., 2019).

Au Centre-du-Québec, des alignements d'arbres intraparcellaires représentant 50 arbres/ha n'ont causé aucune baisse de rendement dans le soya, malgré une diminution significative de la lumière à proximité des arbres (Rivest et al., 2020). « En 2018, année marquée par un printemps et un été anormalement secs, le rendement du soya à 12 et 20 m de la rangée d'arbres était significativement supérieur à celui dans le système agricole témoin, possiblement en raison d'une amélioration des conditions microclimatiques. En 2019, année marquée par un printemps et un été avec des précipitations normales, le rendement du soya dans les allées cultivées était similaire à celui dans le système agricole témoin. Les effets de protection de la haie brise-vent sur le maïs étaient aussi plus prononcés en 2018 qu'en 2019 ».





PARTICIPATION À LA LUTTE CONTRE LES RAVAGEURS DES CULTURES AMÉLIORATION DE LA POLLINISATION DES CULTURES

Aménagements agroforestiers conseillés



Composition et disposition :

- Diversité de structures végétales ligneuses (haies, arbres isolés, bosquets, boisés, etc.), en alternance avec des bandes herbacées fleuries, ainsi que du bois mort
- Aménagements pluristratifiés



Espèces : diversité d'espèces arborescentes, arbustives et herbacées



Localisation : autour ou au sein des parcelles, le long des fossés et cours d'eau, et dans des espaces difficilement cultivables, tels que des pointes de champs, des coulées, des zones mal drainées, etc.

Dans les paysages agricoles simplifiés, un réseau de haies d'au moins 200 à 400 m/ha, d'âges différents, combinés à des prairies semi-naturelles permanentes, est plus efficace pour la conservation de la biodiversité et la fourniture de services écosystémiques qu'un vaste aménagement isolé (Martin et al., 2019 ; Boetzel et al., 2021).



Participation à la lutte contre les ravageurs des cultures

Les bordures de champs sont des refuges essentiels pour la reproduction, l'alimentation et l'hibernation d'une multitude d'arthropodes prédateurs (tels que les coccinelles, les mouches et punaises prédatrices, les carabes et araignées), parasitoïdes (guêpes) et des organismes entomopathogènes, qui permettent un contrôle des ravageurs de culture. Les oiseaux et les chauves-souris sont aussi d'importants prédateurs de ravageurs de cultures. Ils sont favorisés par la présence de haies dans le paysage, qui leur servent de perchoirs, de nichoirs et de corridors de déplacement.





Hibernation

Chaque espèce a ses besoins particuliers pour l'hibernation. Maintenir ou aménager une diversité de structures et d'espèces végétales permet ainsi d'abriter une population diversifiée d'ennemis naturels de ravageurs. Par exemple, la coccinelle maculée préfère les grands arbres isolés tels que les saules ou les érables, tandis que la coccinelle à 7 points préfère les bordures forestières orientées au sud et à l'ouest (Hodek, 1986).



Alimentation

Plusieurs espèces de prédateurs, comme les chrysopes vertes et la plupart des coccinelles, mangent des pucerons, des thrips et des tétranyques, mais se nourrissent de pollen en l'absence de proies (Fiedler et Landis, 2007 ; Hatt et al., 2018 ; Van Rijn et Wackers, 2016). La présence de fleurs assure donc leur survie sur la ferme. Les parasitoïdes ont aussi besoin de ressources florales au stade adulte pour assurer leur reproduction et compléter leur cycle de vie (Hatt et al., 2017 ; 2018).



Déplacement

Certains prédateurs généralistes, comme les carabes et les staphylinés se déplacent au sol et ne peuvent parcourir qu'environ 90 m par jour. Les guêpes parasitoïdes ont aussi une capacité de vol réduite. Un réseau dense de structures végétales favorise donc la dispersion des ennemis naturels dans l'ensemble des champs (Albrecht et al., 2020 ; Crowther et al., 2023).



Microclimat

Les guêpes parasitoïdes pondent leurs œufs sur ou à l'intérieur du ravageur et leur larve s'y développe et se nourrit du ravageur, qu'elles éliminent du même coup. Elles constituent ainsi des ennemis naturels de plusieurs espèces de pucerons, chenilles, punaises et coléoptères ravageurs des cultures. Les guêpes parasitoïdes, de petite taille, sont particulièrement affectées par les vents forts et donc avantagées par le microclimat protégé qu'offre la haie brise-vent (Labrie et al., 2019).



Les haies brise-vent agissent aussi comme barrière contre la propagation de certains ravageurs, comme les thrips et les pucerons, et agents pathogènes (Université du Nebraska, 2006 ; Labrie et al., 2019).

Enfin, les haies brise-vent permettent de réduire le risque d'incidence de certaines maladies en limitant l'abrasion des plantes par les particules des sols, réduisant ainsi les entrées possibles d'agents pathogènes (Université du Nebraska, 2006).

Précautions à prendre

- 
-○ Les cycles des agents pathogènes et leurs interactions avec les plantes hôtes et l'environnement sont complexes. Par exemple, les champignons responsables de l'oïdium produisent une abondance de spores asexuées largement dispersées par le vent. Une haie brise-vent pourra donc contribuer à freiner leur dispersion. Toutefois, les haies génèrent aussi une humidité relative plus élevée dans la zone protégée du vent, ce qui favorise les infections et la survie des spores. Enfin « les infections se développent plus rapidement lorsqu'il y a de grandes fluctuations des températures diurnes et nocturnes » (Centre de la lutte antiparasitaire AAC, 2023).
 -○ Malgré ces effets contrastés, un paysage plus complexe participe globalement à une meilleure gestion intégrée des ennemis des cultures (Maisonhaute, 2017 ; Mkenda et al., 2019). Bien que le type d'aménagement et sa composition influence la présence de prédateurs et de parastoides des ravageurs de culture, c'est la diversité des types d'habitats qui a le plus d'impact sur la lutte biologique. Notons que la diversité de cultures commerciales dans la rotation contribue aussi à la diversification du paysage (Martin et al. 2019 ; Albrecht et al., 2020 ; Boetzel et al., 2021 ; Crowther et al., 2023).
 -○ Les paramètres du paysage qui influencent les ravageurs et leurs ennemis naturels sont différents selon les cultures. Par exemple, plus la diversité des cultures et du paysage est grande, moins il y a de pucerons du soya (Maisonhaute et al., 2017). Dans le maïs, il y a moins de pucerons et le taux de préation est plus élevé quand les champs sont petits et compacts, en lien avec un plus grand effet de bordure (Rouillé et al., 2015). Dans le canola, le parasitisme du charançon de la silique augmente en présence de prairies, de champs plus petits et d'une plus grande diversité de paysages (D'Ottavio et al., 2023).
 -○ L'ajout de nichoirs et le maintien de tas de roches, de sable, de branches ou de bois mort permet de bonifier un aménagement à peu de frais.
 -○ Attention à la dérive de pesticides qui peut affecter les plantes et les ennemis naturels dans les bordures végétalisées.

© UPA Montréal

Aspects économiques

« On sait que la complexité du paysage profite aux ennemis naturels, mais ses effets sur les interactions entre les ennemis naturels et les conséquences sur les dommages aux cultures et le rendement ne sont pas clairs » (Martin et al., 2013).

Amélioration de la pollinisation des cultures

Quoique la plupart des grandes cultures sont pollinisées par le vent ou par autopollinisation, les plantes oléagineuses, comme le tournesol et le canola, bénéficient également de la présence d'insectes pour leur pollinisation (Perrot et al., 2018a ; 2018b).

De nombreuses espèces de polliniseurs indigènes nichent au sol, toutefois les tiges creuses, comme celles du sureau, de l'érable à Giguère ou du framboisier, et le bois mort constituent aussi des sites de nidification.

Si les abeilles domestiques et les bourdons cherchent des fleurs dans un rayon de plus de 3 km, les abeilles indigènes ne parcourrent que de 30 à 450 m pour se nourrir (AAC, 2014).

Une floraison continue toute la saison permet l'établissement et le maintien des polliniseurs indigènes sur le site. Une strate herbacée procure une source de nourriture complémentaire à celles des arbres et arbustes, notamment en fin d'été. Cela bénéficie particulièrement aux espèces sociales, comme les bourdons, qui sont parmi les premiers polliniseurs actifs au printemps et les derniers en automne. De ce fait, plusieurs feuillus dont les érables offrent une source de nectar et de pollen essentielle dès avril, et l'ajout d'herbacées dans l'aménagement comme des verges d'or ou des asters, permet une floraison jusqu'en octobre, des périodes critiques pour la survie des abeilles et bourdons (Gauvreau et Boulfroy, 2023).

Choix des espèces



Sélectionner des espèces :

- qui constituent de bonnes sources de pollen et de nectar
- qui ont des formes et des couleurs de fleurs variées
- qui ont des périodes de floraison complémentaires, offrant une floraison abondante et continue tout au long de la saison (Gauvreau et Boulfroy, 2023)

Privilégier des espèces indigènes et présentes naturellement dans les environs

Exemples d'espèces grandes productrices de pollen et de nectar : bouleaux, cerisier de Pennsylvanie, chêne à gros fruits, érables, saules, tilleuls, amélanchiers, chèvrefeuilles, houx verticillé, noisetiers, potentille frutescente, ronces, rosiers, spirées, sorbier d'Amérique, sureaux (Gauvreau et Boulfroy, 2023 ; Gagnon-Lupien, 2025, comm. personnelle)



Précautions à prendre



© Benoit Poiraudeau

- « La tonte des bordures et des espaces enherbés peut causer une mortalité directe des insectes, en particulier chez les œufs et les larves [...]. Idéalement, ce type de fauchage devrait se faire à l'automne ou en hiver quand les fleurs sont mortes. Un fauchage séquentiel en mosaïque est préférable à l'élimination de la totalité des plantes d'un site. La réduction des travaux de fauchage aux deux ans permettrait de diversifier, puis de maintenir une flore de prairie (pissenlit, liseron des champs, trèfles, lotier corniculé, etc.) d'année en année » (Gauvreau et Bouffroy, 2023). Conserver intacts et sans intervention les éléments existants du paysage qui représentent des habitats favorables aux pollinisateurs est une manière simple et économique de favoriser les pollinisateurs indigènes.
- Attention à la dérive de pesticides qui peut affecter les plantes et les pollinisateurs dans les bordures végétalisées.

Aspects économiques

En France, l'Institut national de recherche agronomique (INRA) a mené des études pour évaluer l'impact de l'abondance des pollinisateurs sur le rendement d'hybrides de tournesol autofertiles et de colza. L'étude sur le tournesol a duré 4 ans et a porté sur 164 champs. La pollinisation par les insectes a permis d'augmenter le rendement de 40 % en moyenne dans les parcelles ayant le plus de pollinisateurs, par rapport à celles en ayant le moins (Perrot et al., 2018a). Les pollinisateurs agissent sur le rendement en accroissant le nombre de graines fertiles. L'étude sur le colza a duré 4 ans et a porté sur 151 champs. La pollinisation par les insectes a permis d'augmenter le rendement de 30 % en moyenne, et de 37,5 % quand la diversité des espèces d'abeilles passe de 1 à 10 dans les parcelles. Cette diversité d'espèces a plus d'effet que l'abondance d'abeilles. Les pollinisateurs agissent sur le rendement en accroissant le succès de mise à fruit et donc le poids des grains, au détriment de la biomasse de la plante (Perrot et al., 2018b). Ces études n'incluaient pas de comparaison de sites avec ou sans haies, mais démontrent l'intérêt d'un environnement propice aux abeilles domestiques et aux pollinisateurs indigènes pour les cultures de tournesol et de colza.

L'étude de Morandin et al. (2016), en Californie, est une des seules à avoir évalué le temps de retour sur investissement d'aménagements pour la biodiversité en bordure de champs. Des mesures ont été prises sur des plants de tomates et de canola, dans 4 champs avec des haies arbustives âgées de 10 ans et 4 champs témoins sans haies, pendant 2 ans. Dans les sites avec des haies fleuries, davantage de pollinisateurs indigènes ont visité les fleurs de canola placées à 10, 100 et 200 m des haies. Les auteurs estiment que cette abondance accrue de pollinisateurs indigènes représenterait un gain de rendement moyen du canola de 21 % par rapport aux sites témoins, pour un champ de 16 ha. Grâce à l'effet sur la pollinisation dans le canola et sur le contrôle biologique dans la tomate, dans cette rotation, le temps de retour sur investissement de l'implantation d'une haie fleurie de 300 m serait de 5 à 7 ans, selon que l'implantation est subventionnée ou non.





RÉDUCTION DE LA DÉRIVE DE PESTICIDES ET DE LA CONTAMINATION OGM

Aménagements agroforestiers conseillés



Composition et disposition : haies brise-vent moyennement denses constituées d'une à trois rangées d'arbres et/ou arbustes

Exemples :

- Trois rangées, dont une rangée d'arbres à feuilles persistantes aux 3-4 m côté champ conventionnel, une rangée de peupliers hybrides aux 3-4 m au centre, et une rangée d'arbres feuillus aux 3-4 m côté parcelle à protéger, avec un espacement de 3 à 4 m entre les rangées
- Deux rangées, dont une rangée d'arbres à feuilles persistantes aux 3-4 m côté champ conventionnel, et une rangée d'arbres feuillus aux 3-4 m côté parcelle à protéger, avec un espacement de 3 à 4 m entre les rangées
- Une rangée d'arbres à feuilles persistantes aux 3-4 m
- Une rangée d'arbustes d'au moins 3 m de haut aux 1,5 à 2 m

Une rangée de conifères à feuillage persistant a pour avantage d'être efficace tout au long de la saison d'application des pesticides.



Espèces :

- feuillus nobles : chênes (rouge ou à gros fruits), tilleul d'Amérique, bouleau blanc, micocoulier, érables (rouge ou à sucre), caryers (ovale ou cordiforme)
- résineux à feuilles persistantes : épinettes (blanche, de Norvège ou du Colorado), pins (rouge et sylvestre). Le thuya occidental est moins approprié du fait de sa croissance lente et de sa grande densité, mais peut être taillé pour limiter son expansion (Lemieux et Vézina, sd)
- mélèze laricin : ce résineux a l'intérêt de perdre ses aiguilles en hiver, tout en conservant une densité hivernale supérieure à celles des arbres feuillus (Boulfroy et Vézina, 2025, comm. personnelle)



Localisation : autour des parcelles, parallèles aux rangs de la culture

- Hauteur : de 1,5 à 2 fois celle de la culture
- Longueur : au moins aussi longue que celle de la parcelle à protéger, si possible la haie devrait s'étendre sur au moins 30 m au-delà de la parcelle, pour mieux protéger des vents de contournement

Les brise-vent naturels peuvent réduire de 30 à 90 % la dérive des pesticides sur une distance d'environ 3 H, selon le développement du feuillage, l'interception des pesticides étant maximale quand le brise-vent est en pleine feuillaison (Richardson et al., 2004 ; Wenneker et Van de Zande 2008).

La réduction de la vitesse du vent entraînée par la présence de haies brise-vent pourrait en outre permettre une meilleure uniformité de pulvérisation des pesticides et réduire les foyers de réinfection (Vézina, 2025, comm. personnelle).

La réduction des vents dans la zone protégée fait aussi en sorte que le nombre de jours où il est possible de procéder aux applications est augmenté (Richard et Munger, 2019).

Concernant les OGM, la norme canadienne de production biologique stipule que « l'exploitant doit concevoir et planter un plan de gestion des risques pour prévenir la contamination par des cultures issues du génie génétique, lequel peut inclure des stratégies telles que des barrières physiques » (article 4.4.4). Dans le cas du maïs grain, 95 à 99 % du pollen se dépose dans un rayon de 30 à 50 m. Bournival (2021) a constaté que la présence de haies de saules arbustifs d'une rangée a réduit le pourcentage de contamination OGM jusqu'à 42 m dans le champ. Des rangs de garde composés de maïs ensilage offraient toutefois une réduction plus importante et sur une plus longue distance, probablement du fait qu'ils contribuent à inonder le champ de leur propre pollen.



© Charles Lussier

Précautions à prendre



-○ Prendre soin de remplacer les végétaux morts afin de maintenir l'intégrité de la haie et d'éviter la formation de trouées par lesquelles le vent s'engouffrerait, créant l'effet inverse de celui recherché.
-○ Si la porosité est trop élevée, le brise-vent interceptera moins de gouttelettes. À l'inverse, si la porosité est trop faible, l'air passera majoritairement au-dessus de l'écran, sans être filtré par celui-ci (Lemieux et Vézina, sd). L'élagage des arbres permet d'augmenter la porosité.
-○ La présence de plusieurs rangées facilite le renouvellement de la haie à long terme sans perte de protection.
-○ Pour obtenir un niveau de protection optimal contre la contamination OGM, les haies brise-vent doivent être combinées à d'autres mesures de prévention, telles que l'installation de pancartes et la communication avec les voisins conventionnels au sujet des champs en régie biologique et de la rotation prévue (UPA, 2024).

Aspects économiques

Une dérive de pesticide chimique ou une contamination OGM dans une culture en régie bio cause des pertes de revenus, du fait de la perte de rendement ou du déclassement de la récolte. Cela engendre en outre des coûts d'analyse supplémentaires et une plus grande complexité de l'entreposage, voire une perte de la certification bio (UPA, 2024). La haie brise-vent réduit ces risques de pertes et de dépenses.

La norme canadienne de production biologique définit la zone tampon comme une « bande limitrophe clairement définie et reconnaissable séparant un champ en production biologique des champs adjacents sous régie conventionnelle » (CAN/CGSB-32.310-2020, article 3.13). L'article 5.2.2 précise que les zones tampons doivent avoir au moins 8 m de large. Il indique aussi que « une haie ou un brise-vent végétal permanent, un brise-vent artificiel, une route permanente ou une autre barrière peuvent être aménagés en lieu et place des zones tampons ». La récolte des cultures situées dans les zones tampons ne pouvant être commercialisée comme étant biologique, aménager des haies brise-vent permet ainsi de maximiser l'espace cultivé et le volume de récolte qui peut être commercialisé au prix du bio.

La réduction du vent réduit également le risque de dérives entre parcelles sur une même ferme. En effet les pesticides homologués pour une culture en particulier peuvent causer des symptômes de phytotoxicité et affecter le rendement d'autres cultures.





PRODUCTION DE BOIS

Aménagements agroforestiers conseillés

Les aménagements agroforestiers offrent la perspective de tirer des revenus de la récolte de bois. Les plus grands marchés pour le bois forestier sont le déroulage², le sciage³, la trituration⁴ et le bois de chauffage. « Une fois tronçonné, un même arbre peut donner des billes qui seront acheminées à chacun de ces marchés » (Rouillard, 2023).

Les grosses billes exemptes de nœuds et de fissures ont le plus de valeur, car elles sont commercialisables sur les marchés du sciage et du déroulage. Sur le marché du sciage, le bois des feuillus est privilégié pour la fabrication de planchers et de mobiliser, en raison de ses caractéristiques physiques et esthétiques, tandis que le bois des résineux est utilisé pour la construction. Sur le marché du déroulage, les essences prisées sont les érables, les bouleaux et parfois les peupliers. Certaines industries peuvent aussi utiliser des essences résineuses (Rouillard, 2023). Au Québec, il existe des exemples d'arbres agroforestiers qui ont été valorisés en bois de sciage. La production de bois de déroulage dans des aménagements agroforestiers ne s'est toutefois pas concrétisée à l'heure actuelle (Vézina, 2025, comm. personnelle).

Le bois de moindre qualité peut être orienté vers le marché de la trituration mais, en milieu agricole, les volumes sont rarement suffisants pour justifier le transport à cette fin.

La vente ou l'utilisation à la ferme du bois pour le chauffage constitue une avenue intéressante. Sur ce marché, les feuillus à bois durs sont préférés aux résineux et aux feuillus à bois mou, comme les peupliers, car ils ont de meilleures valeurs calorifiques (Rouillard, 2023).

Les billots moins réguliers peuvent aussi être valorisés localement pour l'ébénisterie ou la sculpture artisanale.

Enfin, le bois de petite dimension et les résidus de taille déchiquetés peuvent servir de paillis, de litière, ou encore de substrat pour de la culture de champignons comestibles. Il existe un certain marché pour le bois de fumage sous forme de copeaux ou de granules, notamment pour les caryers (hickory), mais ce marché est plus difficile d'accès pour des producteurs, car il requiert plusieurs opérations de conditionnement (Ménard, 2025).



Composition et disposition : haies ou alignements d'arbres, aux 5 m minimum



Espèces ayant les plus grandes valeurs sur les marchés du bois : noyer noir, érables à sucre, chênes rouge, blanc, bicolore et à gros fruits, caryer ovale, bouleau blanc, cerisier tardif (Cigliastro et Jacques, 2022 ; Rouillard, 2023 ; Vézina, 2025, comm. personnelle)



Localisation : autour ou au sein des parcelles



²Les billes envoyées au **déroulage** seront déroulées pour produire des couches de bois très minces qui serviront, majoritairement, à faire du placage pour recouvrir divers produits comme des portes ou des meubles (AFSQ, 2023).

³Les billes envoyées au **sciage** seront découpées en planches de différentes dimensions, utilisées en construction et en menuiserie (AFSQ, 2023).

⁴Le marché du bois de pâte, aussi appelé **bois de trituration**, consiste à transformer les bois de moindre qualité en copeaux, granules ou toutes autres formes afin de les incorporer dans la production de divers produits, tels que des pâtes et papiers, des panneaux de particules, ou pour le chauffage à la biomasse (AFSQ, 2023).



Si l'objectif est de produire des billes de haute qualité, un espacement de 3 à 5 m entre les arbres implique de procéder à des éclaircies sur le rang, pour permettre le bon développement des sujets d'avenir. Cette éclaircie offre l'opportunité d'une première récolte de bois, utilisable pour le chauffage ou l'ébénisterie artisanale (Cogliastro et Jacques, 2022). « À son implantation, le système devrait compter environ 80 arbres/ha. Après environ 20 ans, il peut être éclairci pour réduire la densité à environ 50 arbres/ha » (Cogliastro et al., 2022).

Les arbres feuillus à bois dur ayant souvent une croissance lente, il peut être intéressant de les disposer en alternance avec des espèces à croissance rapide, comme les peupliers. Dans une telle haie, il est possible de récolter les peupliers au bout d'une vingtaine d'années, certains hybrides pouvant atteindre, à cet âge, 20 m de haut avec un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) de 50 cm, dans les sols les plus fertiles (Rivest, 2025, comm. personnelle ; Fortier, 2025). Dans ce cas, on vise une densité à l'implantation d'environ 25 peupliers/ha et 25 feuillus à bois dur/ha (Cogliastro et al., 2022). En association dans une haie agroforestière, les peupliers hybrides peuvent en outre guider la croissance des arbres à croissance plus lente, et contribuer à la formation de fûts droits (Fortier, 2025). Toutefois, si les peupliers ne sont pas récoltés à temps, ils peuvent au contraire nuire à la croissance des arbres voisins (voir section Entretien et gestion des végétaux).

Un espacement plus large, de 8 à 12 m entre les arbres, permet de conserver tous les arbres jusqu'à la récolte. Ceci minimise le nombre d'arbres et d'interventions à réaliser. Dans ce modèle, on cherche à « faire de chaque arbre un succès » (Besnier et al, 2015). Cela implique de bien réussir l'établissement, de remplacer très tôt les arbres morts ou déficients et de ré-

aliser un entretien rigoureux pour avoir une bonne conformation et obtenir, ultimement, une belle qualité de bois. (Cogliastro et Jacques, 2022). « À son implantation, le système devrait compter environ 20 à 30 arbres/ha. Après environ 15 à 25 ans, les peupliers peuvent être récoltés pour réduire la densité à environ 10 à 15 arbres/ha » (Cogliastro et al., 2022).

Planter de jeunes arbres d'intérêt sylvicole à la place des premiers récoltés permet de créer un cycle de production continu.

Les larges espacements qui caractérisent les systèmes agroforestiers font que les arbres se font peu de compétition entre eux et ont un accès privilégié aux ressources (lumière, eau, nutriments). Ainsi, les arbres agroforestiers faisant l'objet de tailles régulières présentent des croissances en hauteur et en diamètre de tronc plus rapides que ceux en plantations forestières (C.Dupraz, comm. pers.; F.Liagre, comm. pers dans Besnier et al., 2015). Toutefois, par rapport au milieu forestier ou aux plantations sylvicoles, les larges espacements entre les arbres font que l'arbre agroforestier « a un développement similaire à celui d'un arbre isolé pendant une période importante de sa croissance, ce qui entraîne un fort développement des branches » (Besnier et al., 2015). La haie agroforestière d'une seule rangée présente en outre une grande hétérogénéité de croissance entre les arbres d'une même espèce et d'un même âge, selon les caractéristiques des microsites (Lussier, 2019). Lussier (2019) a observé que les paramètres qui influencent positivement la croissance des chênes rouges et des chênes à gros fruits sont un bon drainage, une bonne structure de sol, l'accès suffisant à la lumière et le captage d'éléments fertilisants provenant du champ adjacent. Un sol compacté, des dérives d'herbicides et l'exposition importante au vent peuvent au contraire ralentir leur croissance.



Pour la production de bois de qualité, des alignements intraparcellaires (systèmes intercalaires) dans une parcelle bordée de haies brise-vent sont optimaux, car les arbres y sont moins exposés au vent et leur récolte ne prive pas la parcelle de la protection contre le vent.

Associer les espèces d'arbres à bois de qualité avec quelques résineux et une diversité d'arbustes permet de maximiser les services agroenvironnementaux, tels que la gestion des ennemis naturels des ravageurs, et les bénéfices pour la faune.

Précautions à prendre

- Le choix des espèces, l'espacement entre les arbres et l'entretien réalisé impactent les vitesses de croissance des arbres et la qualité du bois produit.
- Lors de la planification, il est important de prendre en compte les caractéristiques des espèces et d'optimiser la disposition des arbres dans les aménagements. Pour les aménagements intraparcellaires, respecter une distance d'au moins 40 m entre les haies ou les alignements d'arbres, et ajuster en fonction des machineries agricoles utilisées pour les cultures intercalaires.
- Durant les premières années, plusieurs éléments sont essentiels pour optimiser la croissance des arbres agro-forestiers : un bon contrôle de la végétation spontanée pouvant faire compétition aux arbres, une bonne protection contre les rongeurs et les cervidés pouvant endommager les jeunes plants, et une taille de formation permettant d'orienter le développement des arbres et de favoriser l'entrée de la lumière sur la ligne de plantation. Par la suite, la réalisation d'opérations d'élagage au bon moment et de manière rigoureuse est essentielle, d'autant plus si l'objectif est d'obtenir du bois à forte valeur commerciale.
- Les tailles de formation et d'élagage permettent de maintenir la cylindricité du tronc et de former des billots sans défauts, c'est-à-dire sans nœuds ni fissures (Besnier et al., 2015). Pour le marché du sciage, les arbres doivent avoir un fût droit et un tronc sans branches sur au moins 3 m de long. Le retrait des branches doit se faire avant que le tronc atteigne un DHP de 10-12 cm. Pour cela, effectuer une taille de formation, puis retirer les branches du tiers inférieur de l'arbre. Une fois que l'arbre a atteint une hauteur de 10 m, on peut retirer les branches sur la moitié de la hauteur (Cogliastro et al., 2022).
- Ces opérations ont aussi un impact important sur la culture agricole adjacente, puisqu'elles permettent de réduire la densité de la haie et de laisser passer plus de lumière.

Aspects économiques



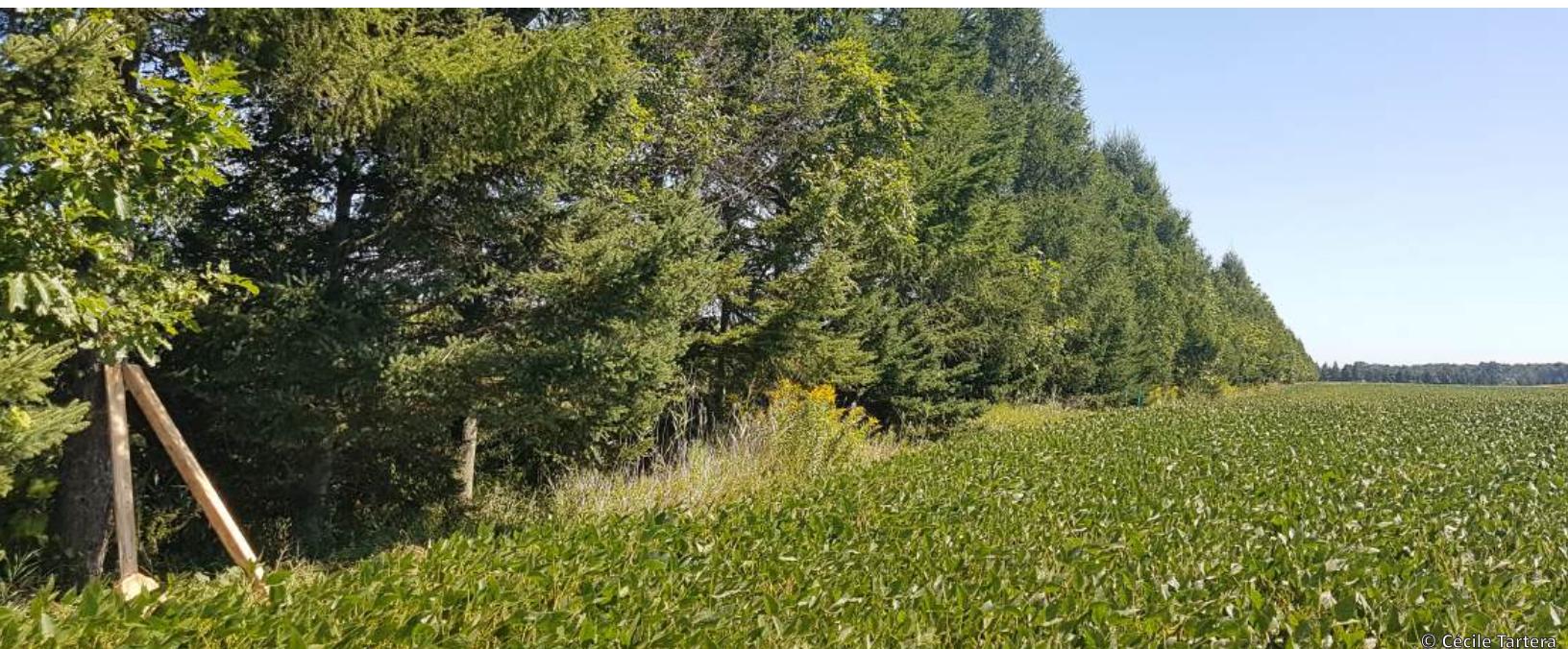
© André Vézina

Des études menées aux États-Unis et en Europe montrent que la récolte de bois peut rentabiliser les haies, particulièrement lorsqu'il s'agit de bois de qualité commercialisable sur les marchés du déroulage ou du sciage (Cogliastro et al., 2022). Bien que la valeur du bois soit relativement stable au fil du temps, il peut être difficile de prévoir la valeur des arbres sur les marchés du bois dans 25 à 60 ans (Cogliastro et al., 2022). Avant de se lancer, il est conseillé de vérifier la présence d'entreprises locales de sciage ou de transformation du bois pour évaluer la rentabilité du projet, en prenant en compte les coûts de transport et la configuration du système. Le site prixbois.ca permet de consulter les prix offerts par les usines les plus proches du lieu de récolte, et de calculer le coût du transport.

Le bois de qualité peut aussi être utilisé pour l'ébénisterie locale grâce à des moulins portatifs (scieries mobiles). Des planches destinées à la fabrication de meubles ont ainsi été produites avec des frênes rouges et des chênes rouges récoltés en 2018 dans une haie plantée en 1987 (Vézina, 2021) et avec des mélèzes hybrides récoltés dans une haie de 13 ans et présentant un DHP de 28 cm (Lussier, 2025, comm. personnelle). « Les artisans peuvent rechercher des essences spécifiques et les payer à des prix de détail beaucoup plus élevés que ce qu'offrent les scieries ; cependant, les volumes seront très petits, de l'ordre de quelques billes par année » (Ménard, 2025).

Les arbres présentant des défauts peuvent fournir du bois de chauffage destiné à la vente ou à l'autoconsommation, pour chauffer un bâtiment ou une serre, ou alimenter un évaporateur dans une cabane à sucre, par exemple. À l'abbaye de Saint-Benoît-du-Lac, les peupliers hybrides, plantés en îlots en bordure de champs, ont ainsi été récoltés après seulement 7 ans et le bois a été utilisé pour le chauffage des bâtiments (Fortier, 2025).

La valeur potentielle des peupliers varie beaucoup selon les clones, et les conditions de croissance et d'entretien. À l'Institut de technologie agroalimentaire du Québec, campus de La Pocatière, quatre haies de peupliers hybrides de différents clones ont été plantées en 1982. Une partie a été récoltée en 2005, et l'autre en 2016. Une des haies a été commercialisée comme bois de sciage, deux sont allées sur le marché de la trituration pour la production de carton, et une a été transformée en bois de construction et en bois de chauffage. Globalement, les revenus de la vente du bois ont permis de couvrir les frais de récolte (Vézina, 2025, comm. personnelle).



© Cécile Tartere



ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Évolution du climat au Québec prévue par Ouranos (CDAQ, 2024)

- Augmentation des températures estivales, mais absence d'augmentation des précipitations estivales et aggravation du déficit hydrique estival, entraînant une hausse du risque de stress hydrique des cultures
- Allongement de la saison de croissance et augmentation de la température annuelle, entraînant un risque de compétition accrue de certains ennemis de culture (période d'activité plus longue, plus de générations, nouveaux ravageurs, etc.)
- Augmentation des précipitations hivernales et printanières, diminution de la durée de la période d'enneigement et augmentation des événements de pluies extrêmes en été, entraînant une hausse des risques d'érosion du sol
- Augmentation du nombre de cycles de gel/dégel en hiver, diminution de la durée et de l'épaisseur du couvert de neige et augmentation des précipitations sous forme de pluie en hiver, entraînant une hausse du risque de mortalité hivernale des cultures d'automne et des plantes pérennes

Le maintien d'un bon couvert de neige grâce aux haies brise-vent permet de protéger les terres contre l'érosion et les cultures d'automne contre le gel. Ce bénéfice est d'autant plus marqué compte tenu de la tendance à la diminution de la proportion de neige dans les précipitations hivernales et à l'augmentation du nombre de jours de gel/dégel en hiver.

Les aménagements agroforestiers augmentent la résilience des cultures face aux changements dans les populations de ravageurs, en favorisant entre autres la présence d'une diversité de prédateurs et de parasitoïdes. De plus, la réduction de la vitesse du vent fait en sorte que le nombre de jours où il est possible de procéder aux applications de pesticides est augmenté. Ces éléments pourraient permettre de lutter plus efficacement contre la hausse probable des ravageurs des cultures occasionnée par les changements climatiques.

Enfin, la présence de haies brise-vent autour des parcelles ou d'arbres au sein des parcelles contribue à augmenter la résilience des cultures face au déficit hydrique, qui va augmenter dans plusieurs régions. Les résultats de Rivest et al. (2020), dans une parcelle en grandes cultures avec une haie brise-vent et des alignements d'arbres intraparcellaires, suggèrent que cet effet est plus perceptible durant les périodes les plus sèches. En Saskatchewan, Kowalchuk et de Jong (1995) ont constaté que, lors d'une année sèche, les rendements en blé dans la zone protégée par une haie brise-vent étaient supérieurs à la moyenne du champ, alors qu'en situation de pluviométrie abondante, les haies n'ont eu aucun impact sur le rendement de blé. « Une étude nord-américaine visant à modéliser et à prédire l'impact des changements climatiques sur les rendements du maïs (en considérant l'effet de la température, des précipitations et du vent) prévoit qu'à l'abri de haies brise-vent, le rendement du maïs devrait être plus important lors des années sèches par rapport aux années plus humides » (Richard et Munger, 2019).





ENTRETIEN ET GESTION DES VÉGÉTAUX

Pour le choix des végétaux, se référer au [Guide d'aménagement de systèmes agroforestiers du CRAAQ](#).

Dans tous les cas, le contrôle de la végétation herbacée spontanée, la protection contre les rongeurs et la taille de formation des arbres sont essentiels pour obtenir les bénéfices souhaités! Le mauvais fonctionnement ou les désagréments des haies constatés dans des aménagements de 20 ans et plus sont généralement causés par un manque de soin suivant l'implantation et de gestion des arbres au fil des ans.

Cas particulier des espèces à croissance rapide

Les espèces à croissance rapide, comme les saules et les peupliers, permettent d'obtenir des aménagements fonctionnels en quelques années. En contrepartie, elles requièrent plus d'interventions de la part du producteur ou de la productrice. Bien s'informer permettra de les utiliser en connaissance de cause et d'éviter les déconvenues qui pourraient survenir à défaut d'une gestion adéquate.

Saules arbustifs

Avantages à court terme

- Les hybrides de saules arbustifs peuvent atteindre 6 m de haut en 3 ans (Lalonde, 2024)
- Effet brise-vent effectif dès la deuxième année
- Bonne stabilisation de berge, surtout avec les espèces drageonnant
- Peu sensibles au bris par la glace (plient au lieu de briser)
- Efficaces pour la gestion (retrait, absorption, traitement) de certains contaminants des sols et des cours d'eau
- Feuillage et rameaux comestibles pour le bétail (New Zealand Poplar & Willow Research Trust, 2022)
- Floraison hâtive et riche en pollen, bénéfique aux pollinisateurs en début de saison
- Plantation possible sous forme de boutures, rapide et économique
- Coupe réalisable à la débroussailleuse ou avec une ensileuse



Risques à moyen terme

- Le saule *interior* produit de nombreux drageons qui, en l'absence de travail de sol, peuvent empiéter sur les parcelles adjacentes.
- Les racines des saules à croissance rapide peuvent boucher les drains au bout de 3 ans, s'ils sont localisés trop près (Caron, 2022 dans Vézina et al., 2022).
- Au-delà de 10 ans sans rabattage⁵ ou recépage⁶, la haie perd en vigueur, des tiges mortes seront visibles au travers des bouquets (Lalonde, 2025, comm. personnelle)
- Au-delà de 4-5 ans, le diamètre des troncs nécessite l'utilisation d'une scie à chaîne plutôt qu'une débroussailleuse ou une ensileuse.

Gestion recommandée

- Il est préconisé de recéper les saules arbustifs jusqu'à 20 cm au-dessus du sol tous les 4-5 ans, ce qui favorise une reprise vigoureuse.
- Au-delà de 500 plants/km (espacement inférieur à 2 m entre les plants), la densité de plantation du saule arbustif n'influence plus la quantité de biomasse produite (Boulfroy et al., 2019). Toutefois, planter plus dense (espacement de 1 m entre les plants) n'augmente pas beaucoup les coûts et permet d'avoir des tiges plus fines et plus faciles à récolter, et une plus forte biomasse racinaire (Lalonde, Vézina, 2025, comm. personnelles).
- Pour obtenir une protection sur une grande distance, on peut planter plusieurs haies parallèles entre elles, à tous les 15 H.
- Choisir des espèces ou hybrides adaptés aux objectifs et aux contraintes du site.
- Les saules *discolor*, *Miyabeana*, et *eriocephala* ne produisent pas de drageons (Lalonde, 2025, comm. personnelle). Les saules *discolor* et *Miyabeana*, plus hauts, sont à privilégier en haies brise-vent. La plus petite taille et le système racinaire plus profond du saule *eriocephala* en font une espèce appropriée pour la stabilisation de berge, de même que le saule *interior*, en raison de sa forte tendance à drageonner.



© Cécile Tartera



© Alain Cogliastro

⁵Rabattage : opération qui consiste à raccourcir les branches primaires et secondaires ainsi que les rameaux, à partir d'appel-sève dans le cas d'un arbre (BNQ 0605-200/2020, Entretien arboricole et horticole)

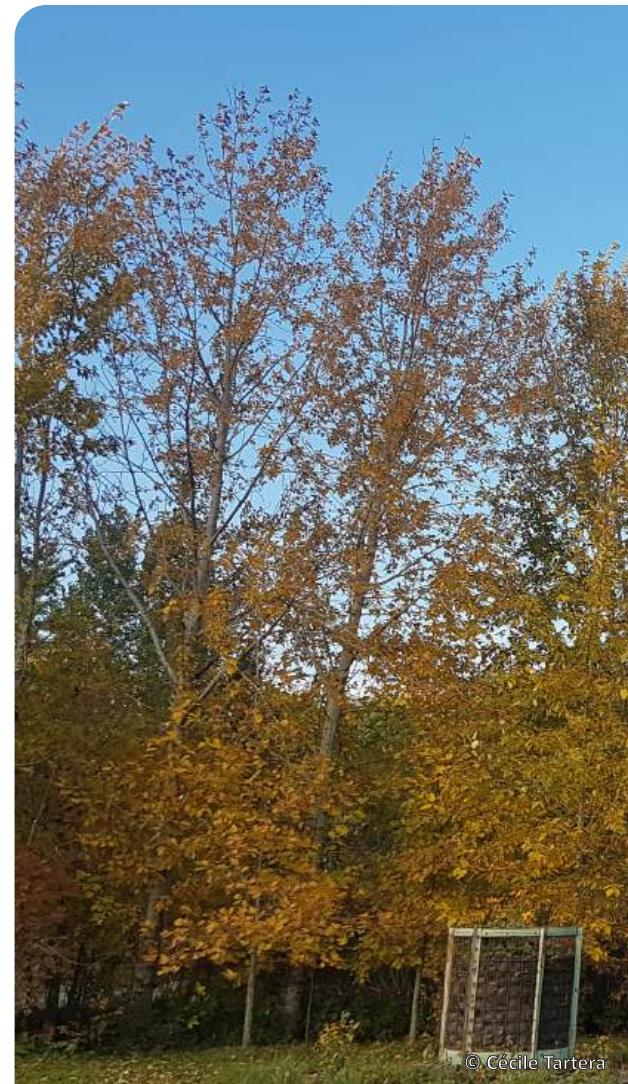
⁶Recépage : opération qui consiste à couper toutes les tiges des arbustes presque au ras du sol (BNQ 0605-200/2020, Entretien arboricole et horticole)

Avantages à court terme

- Certains hybrides peuvent atteindre 10 m de haut et un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) de 30 cm en 10 ans et 20 m de haut avec un DHP de 50 cm en 20 ans dans les sols les plus fertiles (Rivest, 2025, comm. personnelle ; Fortier, 2025)
- Effet brise-vent perceptible sur plusieurs dizaines de mètres dès la troisième année
- Système racinaire étalé qui stabilise les berges
- Peu sensibles au bris par la glace (plient au lieu de briser)
- Formation d'une ambiance forestière ombragée en 5-10 ans, effet important sur l'amélioration de l'habitat aquatique et le contrôle des plantes exotiques envahissantes intolérantes à l'ombre (Fortier, 2025)
- Accélération de la succession forestière naturelle (Fortier, 2025)
- Efficaces pour la gestion (retrait, absorption, traitement) de certains contaminants des sols et des cours d'eau
- Feuillage et rameaux comestibles pour le bétail (New Zealand Poplar & Willow Research Trust, 2022)
- Plantation possible sous forme de boutures ou de plançons (grandes tiges sans racines), rapide et économique

Risques à moyen terme

- Production de nombreux drageons qui, en l'absence de travail de sol, peuvent empiéter sur les parcelles adjacentes. Les espèces les plus susceptibles de drageonner sont les peupliers faux-tremble, à grandes dents et baumier, et les peupliers hybrides issus des espèces *Populus balsamifera* et/ou *Populus maximowiczii*.
- Système racinaire étalé qui augmente le risque de compétition aux cultures pour l'eau et d'obstruction de drains souterrains.
- Si l'élagage est négligé, concurrence aux espèces à croissance lente voisines.
- Si le peuplier deltoïde peut vivre plus de 100 ans, certains peupliers hybrides ont une forte sensibilité au bris après une vingtaine d'années (Fortier, 2025, comm. personnelle).
- Dans certaines municipalités en Montérégie, réglementation municipale pouvant limiter ou empêcher l'abattage d'arbres sains dès l'atteinte de 10 cm de DHP.



Gestion recommandée

- Récolter certains arbres quand le DHP est inférieur à 30 cm facilite l'abattage (Fortier, 2025).
- Associer les peupliers à des espèces à croissance plus lente, mais plus longévives, permettra d'établir un relai et d'assurer le maintien des fonctions de la haie dans le temps.
- Pour réduire la compétition aux autres espèces, planter les peupliers et les arbres à croissance lente sur 2 rangées distinctes plutôt qu'en alternance sur la même rangée, et disposer les espèces plus petites et à croissance plus lente dans les rangées extérieures.
- Lorsque plantés en association avec des espèces à croissance plus lente, abattre les peupliers au bout de 10 à 20 ans (Fortier, Vézina, 2025, comm. personnelles).
- L'élagage permet de réduire l'ombrage aux cultures et aux arbres adjacents.
- Choisir les espèces et hybrides adaptés aux objectifs et aux contraintes du site.
- Près des cultures, privilégier le peuplier deltoïde ou les hybrides *P. deltoides x P. nigra*, qui font peu de drageons suivant un bris ou une coupe (Fortier, 2025, comm. personnelle).



© André Vézina



© Cécile Tartera

CONCLUSION

La plupart des aménagements agroforestiers sont multifonctionnels. On constate toutefois que les effets sur le microclimat sont différents et plus ou moins étendus selon les caractéristiques des aménagements. La gestion des arbres et des arbustes au fil des ans impacte également beaucoup leurs interactions avec les cultures ou les élevages. Un seul type d'aménagement ne permet donc pas de cumuler tous les bénéfices potentiels. **L'objectif principal détermine le type d'aménagement et de gestion à adopter.**

Les bénéfices agronomiques de l'agroforesterie sont plus ou moins perceptibles d'une année à l'autre, selon les conditions environnementales. Mais ils le seront de plus en plus dans le contexte de changements climatiques.

L'agroforesterie prend ainsi tout son sens à l'échelle de la ferme et du territoire. La présence d'arbres et d'arbustes, sous des formes diversifiées, contribue à la (re)création d'agroécosystèmes plus autonomes et résilients. L'agroforesterie a l'ambition de favoriser des relations harmonieuses entre les éléments végétaux, animaux, microbiens, fongiques et jusque dans les communautés humaines rurales! L'arbre est un symbole fort de réconciliation entre des résidents, des consommateurs et des producteurs liés par le souci de prendre soin du vivant.

Au-delà des aménagements, raisonner à l'échelle de parcelles agroforestières ou même de fermes agroforestières permet d'identifier tous les espaces propices pour insérer des arbres, au bénéfice d'une agriculture productive, durable et rassembleuse.



Cette fiche offre une synthèse des principaux bénéfices de l'agroforesterie pour la production de grandes cultures, les principes d'aménagement et de gestion permettant de les favoriser, les limites et incertitudes, et les précautions à prendre pour minimiser les risques et inconvénients. Ces principes généraux sont à ajuster à chaque situation selon les caractéristiques et les contraintes physiques du site ainsi que les objectifs, ressources et valeurs des producteurs. L'agroforesterie étant par essence interdisciplinaire, il est recommandé de consulter différentes sources et d'impliquer des intervenants d'expertises complémentaires dans l'élaboration d'un plan d'aménagement et de gestion.

POUR ALLER PLUS LOIN

Agroforesterie à la ferme

- SODAQ. (2002). Des arbres sur ma ferme. Société de l'arbre du Québec (SODAQ), 28 p.
- Tartera, C. (2014). Guide pour la réalisation de plans d'aménagement agroforestiers. Groupe ProConseil. ISBN 978-2-981 4600-0-4
- Cogliastro, A., Vézina, A. et Rivest, D. (2022). Guide d'aménagement de systèmes agroforestiers. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ), 97 p. ISBN 978-2-7649-0658-3
- Vézina, A. (2025). Choix et arrangement d'arbres et d'arbustes en haies agroforestières. Fiches descriptives d'espèces appropriées au Québec. CETAB +

Haies brise-vent

- USDA. (1974). Windbreaks for conservation
- Vézina, A. (2001). Les haies brise-vent. Mise à jour du cours no. 19. Ordre des ingénieurs forestiers du Québec
- AAC. (2010). Les brise-vent. Lignes directrices sur la conception de brise-vent pour les cours d'exploitation agricoles, les champs, le bétail, la faune et les bandes tampons riveraines dans les Prairies. No AAC 11215F. ISBN 978-1-100-92528-8
- Lemieux, J. et Vézina, A. (sd). Aménagement de brise-vent pour réduire la dérive de pesticides lors de l'utilisation de pulvérisateurs à jet porté. Ministère de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques et Biopterre. ISBN 978-2-550-83858-6

Agroforesterie et gestion des ravageurs de cultures

- Labrie, G. 2024. Moins de ravageurs dans les champs grâce aux haies

Agroforesterie et production de bois

- Lussier, C. (2019). Croissance d'arbres agricoles et haies brise-vent riveraines. Progrès forestier. Automne 2019 : 18-21
- Ménard, G. (2025). Aspects économiques des aménagements pour la biodiversité. Synthèse des coûts et bénéfices potentiels des gaies agroforestières. CETAB +

Agroforesterie et adaptation aux changements climatiques

- Richard, C. et Munger, A. (2019). L'agroforesterie au bénéfice du microclimat : un atout face aux changements climatiques. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). ISBN 978-2-7649-0599-09
- Coudron, C. et Cogliastro, A. (2022). Avantages de l'agroforesterie en contexte de changements climatiques. Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ)
- Chagnon, P.L., Cogliastro, A., Côté, J., Delmotte, S., Maillard, E., Ménard, O., Olivier, A. et Rivest, D. (2023). Feuillet synthèse - L'agroforesterie au bénéfice des sols et des cultures, un atout face aux changements climatiques. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ), 42 p. ISBN 978-2-7649-0669-9

Saules et peupliers en agroforesterie

- Lalonde, O. (2024). Les saules arbustifs en agroforesterie. Groupe ProConseil, webinaire du 1er mars 2024
- Fortier, J. (2025). Les peupliers en agroforesterie. Groupe ProConseil, webinaire du 21 février 2025

Coûts d'implantation et d'entretien d'aménagements agroforestiers

- Biopterre. (2024). Simulateur en ligne de coûts d'implantation et d'entretien de haies
- Comité Références économiques du CRAAQ (2024). Haies brise-vent - Coûts d'implantation et d'entretien. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ), 7 p.



BIBLIOGRAPHIE

Albrecht, M., Kleijn, D., Williams, N.M., Tschumi, M., Blaauw, B.R., Bommarco, R., Campbell, A.J., Dainese, M., Drummond, F.A., Entling, M.H., Ganser, D., Arjen de Groot, G., Goulson, D., Grab, H., Hamilton, H., Herzog, F., Isaacs, R., Jacot, K., Jeanneret, P., Jonsson, M., Knop, E., Kremen, C., Landis, D.A., Loeb, G.M., Marini, L., McKerchar, M., Morandin, L., Pfister, S.C., Potts, S.G., Rundlöf, M., Sardiñas, H., Sciligo, A., Thies, C., Tscharntke, T., Venturini, E., Veromann, E., Vollhardt, I.M.G., Wackers, F., Ward, K., Westbury, D.B., Wilby, A., Woltz, M., Wratten, S. et Sutter, L. (2020). The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield : a quantitative synthesis. *Ecol. Lett.* 23 : 1488-1498. DOI : 10.1111/ele.13576

Besnier, C., Anel, B. et Bernier-Leduc, M. (2015). Modélisation de la croissance et de la production de bois du chêne à gros fruits et du frêne de Pennsylvanie en conditions agrosylvicoles. Municipalité régionale de comté du Rocher-Percé - Laboratoire rural Agroforesterie et paysage. <https://www.mrcrocherperce.qc.ca/wp-content/uploads/2018/10/LabA-gf-ModelisationCroissance2015CHGetFRP.pdf>

Boetzl, F.A., Krauss, J., Heinze, J., Hoffmann, H., Juffa, J., König, S., Krimmer, E., Prante, M., Martin, E.A., Holzschuh, A. et Steffan-Dewenter, I. (2021). A multitaxa assessment of the effectiveness of agri-environmental schemes for biodiversity management. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 118(10) e2016038118. DOI : 10.1073/pnas. <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2016038118>

Bouffroy, E., Joannis, G., Blouin, D., Babin, D. et Vézina, A. (2019). Optimisation de scénarios de plantations dans les bandes riveraines pour la séquestration de carbone. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie (CERFO) et Cégep de Sainte-Foy. https://www.agrireseau.net/documents/Document_101067.pdf

Bournival, M. (2021). Prévenir la contamination du maïs grain bio par les OGM. Centre d'expertise et de transfert en agriculture biologique et de proximité (CETAB). <https://cetab.bio/wp-content/uploads/prevention-contamination-mais-ogm-bournival-biopourtous-2021.pdf>

Carrier, M., Gonzalez, F.A.R., Cogliastro, A., Olivier, A., Vanasse, A. et Rivest, D. (2019). Light availability, weed cover and crop yields in second generation of temperate tree-based intercropping systems. *Field Crops Research* 239 : 30-37. DOI : 10.1016/j.fcr.2019.05.004. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429019302825>

CDAQ. (2024). Évolution du climat et impact des changements climatiques à la ferme. Formation des conseillers Agriclimat, cohorte 2024. Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ)

Centre de la lutte antiparasitaire AAC. (2023). Profil de la culture des cucurbitacées en plein champ au Canada, 2021. Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). ISBN 978-0-660-44694-3. https://publications.gc.ca/collections/collection_2023/aac-aafc/A118-10-40-2021-fra.pdf

Cogliastro, A. et Jacques, D. (2022). Agroforesterie... Quand Les Arbres Procurent Des Revenus. Vision Terre et Forêt. 16 novembre 2022 : 11. <https://www.leclaireurprogres.ca/archives/16-novembre-2022/>

Cogliastro, A., Vézina, A. et Rivest, D. (2022). Guide d'aménagement de systèmes agroforestiers. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ), 97 p. ISBN 978-2-7649-0658-3. https://www.craaq.qc.ca/Publications-du-CRAAQ/guide-d_amenagement-de-systemes-agroforestiers/p/PAGF0104#tab_tab3

CRAAQ. (2011). TERMINOLOGIE ET DÉFINITIONS. Document préparé par l'exécutif du Comité agroforesterie. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). https://www.craaq.qc.ca/UserFiles/File/Comites/AGF/Terminologie_2011.pdf

Crowther, L.I., Wilson, K. et Wilby, A. (2023). The impact of field margins on biological pest control: a meta-analysis. *BioControl*. 68 : 387-396. DOI : 10.1007/s10526-023-10205-6

D'Ottavio, M., Boquel, S., Labrie, G., et Lucas, E. (2023). Landscape Effects on the Cabbage Seedpod Weevil, *Ceutorhynchus obstrictus* (Coleoptera: Curculionidae), and on Its Parasitoid, *Trichomalus perfectus* (Hymenoptera: Pteromalidae), in Canola. *Insects* 14(4) : 327. DOI : 10.3390/insects14040327

Fiedler, A.K. et Landis, D.A. (2007). Plant characteristics associated with natural enemy abundance at Michigan native plants. *Environ Entomol*. 2007 Aug. 36(4) : 878-86. DOI : 10.1603/0046-225x(2007)36[878:pcagne]2.0.co;2

Fortier, J. (2025). Les peupliers en agroforesterie. Groupe ProConseil, webinaire du 21 février 2025

Hatt, S., Lopes, T., Boeraeve, F., Chen, J. et Francis, F. (2017). Pest regulation and support of natural enemies in agriculture: Experimental evidence of within field wildflower strips. *Ecological Engineering*. 98 : 240-245. DOI : 10.1016/j.ecoleng.2016.10.080

Hatt, S., Lopes, T., Boeraeve, F., Chen, J. et Francis, F. (2017). Pest regulation and support of natural enemies in agriculture: Experimental evidence of within field wildflower strips. *Ecological Engineering*. 98 : 240-245. DOI : 10.1016/j.ecoleng.2016.10.080

Hatt, S., Uyttenbroeck, R., Lopes, T., Chen, J.L., Piqueray, J., Monty, A. et Francis, F. (2018). Effect of flower traits and hosts on the abundance of parasitoids in perennial multiple species wildflower strips sown within oilseed rape (*Brassica napus*) crops. *Arthropod-Plant Interactions* 12 : 787-797. DOI : 10.1007/s11829-017-9567-8

Hodek, I. (1986). *Ecology of Aphidophaga*. Springer Science + Media, 562 p.

Kort, J. (1988). Benefits of windbreaks to field and forage crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 22-23 : 165-190. DOI : 10.1016/0167-8809(88)90017-5

Kowalchuk, T.E. et de Jong, E. (1995). Shelterbelts and their effect on crop yield. *Canadian Journal of Soil Science*. 75(4) : 543-550. DOI : 10.4141/cjss95-077. <https://cdnsciencepub.com/doi/10.4141/cjss95-077>

Labrie, G., Lussier, C., De Almeida, J., Brazeau, S., Mercier, C. et Tartera, C. (2019). Entomofaune en haies brise -vent riveraines de Missisquoi - bassin versant de la rivière aux Brochets, Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi, CLG AGFOR, 38 p. https://www.agrireseau.net/documents/Document_99689.pdf

Lalonde, O. (2024). Les saules arbustifs en agroforesterie. Groupe ProConseil, webinaire du 1er mars 2024

Lawson, G., Dupraz, C. et Watté, J. (2019). Chapter 9 - Can Silvoarable Systems Maintain Yield, Resilience, and Diversity in the Face of Changing Environments? *Agroecosystem Diversity*. Academic Press. 145-168. DOI : 10.1016/B978-0-12-811050-8.00009-1

Lemieux, J. et Vézina, A. (sd). Aménagement de brise-vent pour réduire la dérive de pesticides lors de l'utilisation de pulvérisateurs à jet porté. Ministère de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques et Biopterre. ISBN 978-2-550-83858-6. https://www.bibliotheque.assnat.qc.ca/DepotNumerique_v2/AffichageFichier.aspx?idf=238766

Link, C., Thevathasan, N., Gordon, A. et Isaac M.E. (2015). Determining tree water acquisition zones with stable isotopes in a temperate tree-based intercropping system. *Agro For Syst* 89 : 611-620. DOI : 10.1007/s10457-015-9795-9

Lussier, C. (2019). Croissance d'arbres agricoles et haies brise-vent riveraines. *Progrès forestier. Automne* 2019 : 18-21. <https://afm.qc.ca/docs/CroissanceArbresHBVR-ProgFor-Oct19.pdf>

Maisonhaute, J.E. (2017). Influence de la structure du paysage sur l'assemblage des prédateurs terricoles dans les zones agricoles non cultivées. Thèse présentée à l'Université du Québec à Montréal pour obtenir le grade de Master of Science.

Martin, E.A., Reineking, B., Seo, B. et Steffan-Dewenter, I. (2013). Natural enemy interactions constrain pest control in complex agricultural landscapes, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 110(14) : 5534-5539. DOI : 10.1073/pnas.1215725110

Marty, C. et Faubert, P. (2024). Optimisation de l'efficacité des haies brise-vent et estimation de leur potentiel de séquestration de carbone dans la région Saguenay-Lac-Saint-Jean. https://www.agrireseau.net/documents/Document_113918.pdf

Marty, C., Bouchard, S. et Faubert, P. (2024). Quels bénéfices peut-on attendre des haies brise-vent? Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), avril 2024. https://www.agrireseau.net/documents/Document_113920.pdf

Ménard, G. (2025). Aspects économiques des aménagements pour la biodiversité. Synthèse des coûts et bénéfices potentiels des gaies agroforestières. CETAB +. <https://cetab.bio/wp-content/uploads/fiche-5-aspects-economiques-haies-agroforestieres-cetab-menard-2025.pdf>

Mkenda, P., Ndakidemi, P., Mbega, E., Stevenson, P., Arnold, S., Gurr, G. et Belmain, S. (2019). Multiple ecosystem services from field margin vegetation for ecological sustainability in agriculture: scientific evidence and knowledge gaps. *Peer J*. 7(3) : e8091. DOI : 10.7717/peerj.8091

Morandin, L.A., Long, R.F., Kremen, C. (2016). Pest Control and Pollination Cost-Benefit Analysis of Hedgerow Restoration in a Simplified Agricultural Landscape, *Journal of Economic Entomology*, 109(3) : 1020-1027. DOI : 10.1093/jee/tow086. https://www.researchgate.net/publication/302972399_Pest_Control_and_Pollination_Cost-Benefit_Analysis_of_Hedgerow_Restoration_in_a_Simplified_Agricultural_Landscape

MSV Normandie (2022). Le guide du maraîchage sur sol vivant. 6 ans de retours d'expérience. *Maraîchage Sol Vivant*. Normandie, 124 p. [https://wiki.tripleperformance.fr/wiki/Guide_du_Mara%C3%A8chage_Sol_Vivant_\(2022\)](https://wiki.tripleperformance.fr/wiki/Guide_du_Mara%C3%A8chage_Sol_Vivant_(2022))

Nasielski, J., Furze, J.R., Tan, J., Bargaz, A., Thavathasan, N.V. et Isaac, M.E. (2015). Agroforestry promotes soybean yield stability and N₂-fixation under water stress. *Agronomy for Sustainable Development* 35: 1541-1549

New Zealand Poplar & Willow Research Trust. (2022). RESEARCH BRIEF 10 Willows, poplars and fodder. <https://www.poplarandwillow.org.nz/about>

Perrot, T., Gaba, S., Roncoroni, M., Gautier, J.L., Saintilan, A. et Bretagnolle, V. (2018a). Experimental quantification of insect pollination on sunflower yield, reconciling plant and field scale estimates. *Basic and Applied Ecology*, 34 : 75-84. DOI : 10.1016/j.baae.2018.09.005. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1439179118300975>

Perrot, T., Gaba, S., Roncoroni, M., Gautier, J.L. et Bretagnolle, V. (2018b). Bees increase oilseed rape yield under real field conditions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 266 : 39-48. DOI : 10.1016/j.agee.2018.07.020. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880918302974#:~:text=Pollination%20by%20insects%20increased%20oilseed,of%20conservation%20of%20pollinator%20habitats>

Poppenborg Martin, E., Dainese, M., Clough, Y., Baldi, A., Bommarco, R., Gagic, V., Garratt, M., Holzschuh, A., Kleijn, D., Kovács-Hostyánszki, A., Marini, L., Potts, S., Smith, H., Hassan, D., Albrecht, M., Andersson, G., Asís, J., Balzan, M. et Stefan-Dewenter, I. (2019). The interplay of landscape composition and configuration: new pathways to manage functional biodiversity and agro-ecosystem services across Europe. *Ecology Letters*. DOI : 10.1111/ele.13265

Richard, C. et Munger, A. (2019). L'agroforesterie au bénéfice du microclimat : un atout face aux changements climatiques. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). ISBN 978-2-7649-0599-09. https://www.craaq.qc.ca/Publications-du-CRAAQ/l_agroforesterie-au-benefice-du-microclimat-un-atout-face-aux-changements-climatiques/p/PAGF0103-HTML

Richardson, G.M., Walklate, P.J. et Baker, D.E. (2004). Spray drift from apple orchards with deciduous windbreaks. *Aspects of Applied Biology* 71 : 149-156

Rivest, D., Gagné, G., Cogliastro, A., Lorenzetti, F. et Dupras, J. (2020). Impact des systèmes agroforestiers sur la stabilité du rendement du maïs et du soya face à une réduction des précipitations. https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollection-Documents/Agroenvironnement/16-AGRO-02_Rapport.pdf

Rivest, D., Lorente, M., Olivier, A. et Messier, C. (2013). Soil biochemical properties and microbial resilience in agroforestry systems: effects on wheat growth under controlled drought and flooding conditions. *Science of the Total Environment* 463-464: 51-60

Rouillard, D. (2023). Les différents marchés du bois. Association forestière du sud du Québec. <https://www.afsq.org/fr/articles-automne-2023/les-differents-marches-du-bois>

Rouillé, N., Domon, G. et Lucas, E. (2015). Variation intra-annuelle de l'effet de la structure du paysage sur le contrôle biologique des pucerons du maïs. *Faunistic Entomology* 68 : 109-124. <https://popups.uliege.be/2030-6318/index.php?id=3174>

UPA. (2024). Guide du bon voisinage, édition 2024. https://www.upa.qc.ca/fileadmin/Guide_du_bon_voisinage_2024.pdf

USDA. (1974). Windbreaks for conservation. <https://www.fs.usda.gov/nac/assets/documents/morepublications/windbreaksforconservation.pdf>

Van Rijn, P.C.J. et Wackers, F.L. (2016). Nectar accessibility determines fitness, flower choice and abundance of hoverflies that provide natural pest control. *J Appl. Ecol.* 53 : 925-933. DOI : 10.1111/1365-2664.12605

Vézina, A. (2001). Les haies brise-vent. Mise à jour du cours no. 19. Ordre des ingénieurs forestiers du Québec.

Vézina, A. (2021). Aménagement de haies pour la protection de pâturages, 2021. https://www.agrireseau.net/documents/Document_108672.pdf

Vézina, A. et Perreault, Y. (2014). Impact des haies brise-vent sur les rendements de cultures de maïs en Montérégie-Ouest. Conférence présentée lors de la Journée d'information scientifique grandes cultures du 20 février 2014. https://www.agrireseau.net/agriculturebiologique/documents/Vezina_resume_PPT.pdf

Vézina, A., De Baets, N., Lebel, F. et Cogliastro, A. (2022). Rapport - Modèle d'affaires en agroforesterie - Impact économique de l'aménagement de systèmes agroforestiers en sols organiques. Haies brise-vent - Coûts d'implantation et d'entretien. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ), 38 p. ISBN 978-2-7649-0660-6. https://www.craaq.qc.ca/Publications-du-CRAAQ/rapport-modele-d_affaires-en-agroforesterie-impact-economique-de-l_amenagement-de-systemes-agroforestiers-en-sols-organiques-pdf/p/PAGF0105-PDF

Wenneker, M. et Van de Zande, J.C. (2008). Spray drift reducing effects of natural windbreaks in orchard spraying. *Aspects of Applied Biology* 84, 2008. International Advances in Pesticide Application



© Cécile Tartera

Recherche documentaire et rédaction :
Cécile Tartera, agr., M.Sc., Groupe ProConseil

Révision :

Emmanuelle Bouffroy, M.Sc., CERFO
Mathieu Duflos, Association Française d'Agroforesterie
Louis Lefebvre, agr., Adapterre
Catherine Mercier, agr., M.Sc., Groupe ProConseil
Jonathan Pineault, Écomestible Coop
André Vézina, M. Sc., Biopterre

Mai 2025

Création et réalisation graphique : Connexion Nature

Cette fiche fait partie d'une série de 5 fiches thématiques sur les bénéfices de l'agroforesterie pour différentes productions agricoles au Québec :

- Productions laitière et de bovin de boucherie
- Production porcine
- Production avicole
- Production de grandes cultures
- Production maraîchère

Ce projet est réalisé grâce au soutien financier du gouvernement du Québec dans le cadre du programme d'adaptation et de lutte contre les changements climatiques dans le secteur bioalimentaire, qui découle du Plan pour une économie verte 2030.



Plan pour une
économie verte
Québec

 **Biopterre**  **cerfo**

FORMATION
ADAPTATION
RECHERCHE
EN FORESTERIE