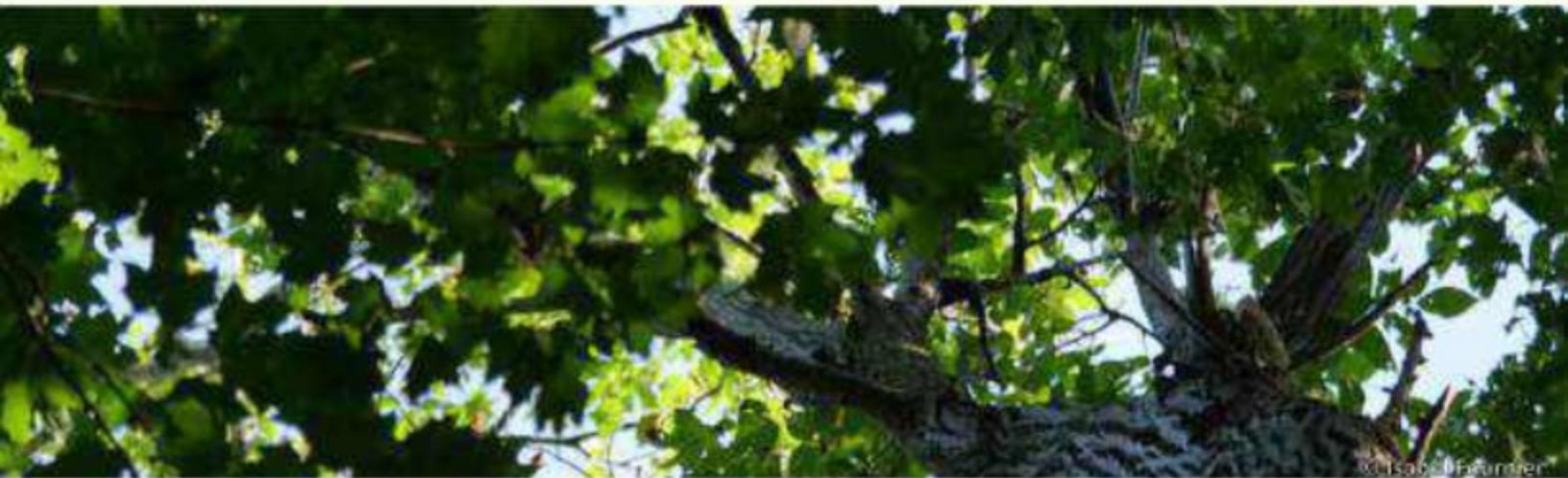


© Jonathan Piron pour

L'agroforesterie

Quels bénéfices pour la production maraîchère ?



© Isabelle Bégin pour

TABLE DES MATIÈRES

Avant propos	4
Augmentation du rendement	6
Réduction du stress hydrique	6
Devancement de la maturité des cultures	6
Réduction de l'érosion éolienne des sols organiques	11
Participation à la lutte contre les ravageurs des cultures	13
Amélioration de la pollinisation des cultures	13
Réduction de la dérive de pesticides	18
Augmentation de la recharge des nappes phréatiques et des étangs d'irrigation	20
Diversification de la production avec des fruits, noix ou autres produits des arbres	21
Production de bois raméal	25
Amélioration du bien-être des travailleurs	28
Agrotourisme	29
Protection des serres	30
Adaptation aux changements climatiques	32
Entretien et gestion des végétaux	33
Conclusion	37
Pour aller plus loin	38
Bibliographie	40



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 des productions maraîchères?

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 maraîchère, différents aménagements agroforestiers peuvent être réalisés pour augmenter le rendement, réduire le stress hydrique et devancer la maturité des cultures. Ils peuvent aussi réduire l'érosion éolienne des sols organiques et sableux. De plus, ces aménagements participent à la lutte contre les ravageurs et à la pollinisation des cultures, et peuvent réduire les dérives de pesticides et augmenter la recharge des nappes phréatiques et des étangs d'irrigation. Enfin, ils peuvent permettre de diversifier la production, produire du bois raméal, améliorer le bien-être des travailleurs, favoriser l'agrotourisme et contribuer à l'adaptation aux changements climatiques. Lorsque la production maraîchère est pratiquée en serres, des haies brise-vent peuvent réduire les coûts de chauffage et les coûts de déneigement, en plus de diminuer les bris causés par le vent.



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).

Implanter 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 RÉDUCTION DU STRESS HYDRIQUE DEVANCEMENT DE LA MATURITÉ DES CULTURES

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



Les cultures maraîchères étant généralement de petite taille, des haies arbustives peuvent fournir une protection adéquate, tout en minimisant l'ombrage sur la culture.



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).



Augmentation du rendement

Les cultures maraîchères sont particulièrement sensibles à l'abrasion, or elles sont souvent cultivées dans des sols légers sensibles à l'érosion.

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.

De plus, les pratiques de conservation des sols sont parfois difficilement compatibles avec la préparation d'un lit de semence fin requis pour plusieurs cultures. Les haies brise-vent offrent alors une précieuse protection au printemps quand le sol est à nu et que les jeunes plants sont les plus vulnérables.

Les cultures les moins tolérantes à l'abrasion et qui donc bénéficient le plus de la protection de brise-vent sont : asperges, carottes, aubergines, laitue, jeunes pousses d'oignons, poivrons, épinards, courges, betterave, tomates, melons (Université du Nebraska, 2006).

Les haies brise-vent réduisent aussi l'accumulation de poussière engendrée par la circulation sur les chemins de ferme.

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.

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.
 -○ « 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 (Vézina, 2001 ; Richard et Munger, 2019).
 -○ 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'élagage 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 espace sécuritaire de 15 m entre les arbres et les collecteurs de drainage perforés pour éviter les obstructions (Vézina, 2021 ; Cigliastro et al., 2022). « La distance entre les haies et les drains latéraux ne constitue généralement pas une contrainte. »

Aspects économiques

Des études en plein champ au Nebraska ont montré des augmentations de rendement de 70% dans les melons, de 14 à 18 % dans les choux, de 47 à 63 % dans les pois mange-tout et de 100 % dans les poivrons (Université du Nebraska, 2006). En Montérégie, des brise-vent artificiels (filets en polyéthylène de porosité de 45 à 50 %) ont généré des augmentations de rendement de 15 à 27 % dans les tomates (Fortin, 1986) et de 42 % dans les piments (Hogue et Vigier, 1980 dans Vézina, 2021) dans la zone protégée du vent.

On ne dispose pas de données en conditions québécoises concernant les autres productions légumières.



© Céline Vézina

Réduction du stress hydrique

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 entraînent pour leur part une légère augmentation de l'humidité relative de l'air dans la zone protégée des vents, 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 atténuer le stress hydrique des cultures.

D'autre part, « la réduction de la vitesse du vent entraînée par la présence de haies brise-vent pourrait permettre une meilleure efficacité de l'irrigation par aspersion. Des applications d'eau plus précises et réparties uniformément sur les zones cultivées aideraient à combler les besoins en eau des cultures, tout en réduisant les quantités totales d'eau utilisées » (Richard et Munger, 2019 ; Vézina, 2025, comm. personnelle).





© Cécile Tartera



L'impact des arbres sur la disponibilité en eau pour les cultures n'est pas clairement établi. En France, certaines sources mentionnent que l'arbre n'entre pas en concurrence avec les légumes, car il pompe l'eau plus en profondeur dans le sol, et qu'il est même possible qu'il y ait un phénomène de facilitation, l'arbre permettant de faire remonter l'eau par ses racines et de la rendre disponible pour les cultures (MSV Normandie, 2022). D'autres sources au contraire indiquent que les racines des arbres peuvent faire compétition aux légumes pour le prélèvement d'eau. Il est certain que la profondeur du sol conditionne la réussite du projet agroforestier : un sol profond laisse de la place à l'enracinement des arbres sous l'horizon exploité par les cultures annuelles, tandis que dans le cas d'un sol plus superficiel, les racines des arbres et celles des légumes se trouveront dans le même horizon et se feront concurrence pour l'eau et les éléments nutritifs (Warlop et al., 2017). Toujours en France, dans une enquête auprès de 31 producteurs en verger-maraîcher, « 75 % estiment que les arbres ne causent pas de compétition hydrique néfaste sur les légumes. Toutefois les avis étaient partagés à savoir si l'agroforesterie a un impact sur les pratiques d'irrigation » (Léger et al., 2019).



L'irrigation des cultures peut avoir des effets contrastés sur les phénomènes de compétition arbres-cultures : d'un côté l'eau n'est alors pas une ressource limitante pour la culture, d'un autre côté l'arrosage peut favoriser le maintien des racines des arbres en surfaces, dans le même horizon que les cultures MSV Normandie, 2022). Des cultures irriguées avec un système de goutte à goutte localisant l'apport d'eau près des racines seraient vraisemblablement moins exposées à la compétition des arbres que des cultures irriguées par aspersion, comme des pommes de terre (Fortier-Brunelle, 2025, comm. personnelle).

Aspects économiques

« En dépit de ces incertitudes, il importe de mentionner que différentes études rapportent que les rendements de plusieurs cultures cultivées dans des systèmes agroforestiers sont accrus durant les années plus sèches. De plus, les effets positifs des haies brise-vent pourraient se manifester davantage dans les zones où la croissance des plantes est limitée par les pénuries d'eau » ((Richard et Munger, 2019).



© Cécile Tartera

Devancement de la maturité des cultures

De jour, dans la zone d'ombre située près de la haie, les températures de l'air et du sol sont généralement plus faibles que dans les zones exposées au soleil. Dans la zone protégée du vent, il y a au contraire une légère hausse des températures (entre 0,5 et 2 °C environ).



De nuit, sous la cime des arbres, les températures nocturnes sont plus élevées que dans les zones exposées au plein ciel. Dans la zone protégée du vent, il y a au contraire une légère baisse des températures (AAC, 2010 ; Richard et Munger, 2019).



« La chaleur accrue durant le jour dans la zone protégée par la haie est associée à une augmentation des degrés-jours de croissance, ce qui permettrait une germination plus hâtive des semis et une maturité précoce des cultures » (Richard et Munger, 2019) et, à tout le moins, une amélioration de la germination ou de la survie des transplants.

Précautions à prendre

-○ L'augmentation du taux d'humidité dans la zone protégée du vent peut s'avérer propice au développement de maladies fongiques. Il est important de permettre à l'air de circuler dans le sens du rang (Fortier-Brunelle, 2025, comm. personnelle). Pour cela, positionner la haie parallèlement aux rangs, si possible, et conserver une porosité assez importante pour permettre à l'air de circuler. Les haies sont également à combiner à d'autres mesures de gestion intégrée des ennemis des cultures.
-○ Si la zone protégée du vent par la haie brise-vent bénéficie de températures diurnes plus élevées, la zone à l'ombre des arbres est en revanche rafraîchie. Cette disparité pourrait entraîner une hétérogénéité dans la maturité de certaines cultures. Cela peut être un avantage pour des primeurs comme les piments ou pour les cultures qui ont plusieurs récoltes au cours de la saison, comme les solanacées ou les crucifères. En revanche, cela peut être un inconvénient pour les cultures de conservation récoltées en une fois, comme les courges (Richard et Munger, 2019 ; Khanna, 2025, comm. personnelle).
-○ Le positionnement de la haie doit être réfléchi en fonction de la topographie et des vents dominants de façon à éviter la stagnation de l'air froid, qui augmenterait le risque de gel des cultures. La présence d'une haie perpendiculaire au sens de la pente peut empêcher l'air froid de s'écouler adéquatement et augmenter les risques de gel dans la zone située en amont. Les haies brise-vent bien positionnées peuvent au contraire offrir une certaine protection aux cultures contre le gel lors du passage de fronts froids, à condition que ceux-ci se déplacent rapidement et que la baisse de température qu'ils occasionnent ne soit pas trop importante (quelques degrés sous le point de congélation) (Richard et Munger, 2019).

Aspects économiques

Dans des études en plein champ au Nebraska, les cantaloups protégés par les haies avaient une floraison hâtive et produisaient des fruits plus lourds et 5 à 7 jours plus tôt que ceux non protégés. Les poivrons fleurissaient plus tôt et, un mois après la transplantation, ils avaient presque 5 fois plus de fleurs par plant. La germination et la maturité des pommes de terre étaient plus hâtives, de même que la récolte des pois mange-tout (Université du Nebraska, 2006).





RÉDUCTION DE L'ÉROSION ÉOLIENNE DES SOLS ORGANIQUES

Aménagements agroforestiers conseillés



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

Exemples (Vézina et al., 2022) :

- Deux à trois rangées de saules arbustifs aux 1 à 2 m
- Deux rangées d'arbres feuillus aux 4 m avec arbustes intercalés
- Trois rangées, dont deux rangées d'arbres feuillus aux 4 m avec arbustes intercalés et une rangée de saules arbustifs au centre

L'introduction d'espèces à croissance rapide permet d'obtenir une protection à court terme. Les saules arbustifs ont l'avantage de créer moins d'ombrage que les arbres, mais protègent une surface plus petite donc il faut rapprocher les haies (voir section Entretien et gestion des végétaux). Une rangée de conifères à feuillage persistant a pour avantage d'être efficace toute l'année, les terres légères étant sensibles à l'érosion en hiver aussi.



Localisation : autour ou au sein des parcelles



Espacement selon la hauteur des haies. Avec du saule arbustif, un espacement entre les haies de 45 m permet un bon compromis entre la surface protégée et l'empiétement sur le champ selon Vézina et al. (2022).

Les terres organiques cultivées sont menacées par l'érosion, l'oxydation et l'affaissement. Elles perdent 2 cm/an, dont la moitié à cause de l'érosion (Dessureault-Rompré et al., 2020). Les pertes importantes de sol par érosion dans les terres noires justifient l'aménagement d'un réseau assez dense de haies afin de tenir compte des différentes directions des vents (Vézina et al., 2022).

De plus, les haies d'hybrides de saules arbustifs à croissance rapide améliorent significativement le drainage des terres en 3 ans (Caron, 2022 dans Vézina et al., 2022).





© Alain Cogliastro

... ● Plusieurs cultures peuvent se succéder dans une saison et les limites de parcelles peuvent alors se déplacer en cours de saison. Il est donc essentiel de bien planifier le placement d'infrastructures permanentes comme les haies et les chemins selon l'organisation des parcelles et les largeurs de machinerie (Bellefroid, 2025, comm. personnelle).

Garder un espace sécuritaire de 15 m entre les arbres et les collecteurs de drainage perforés, les racines des saules à croissance rapide pouvant boucher les drains au bout de 3 ans (Caron, 2022 dans Vézina et al., 2022 ; Cogliastro et al., 2022). « À moins de 15 m, on peut installer un collecteur plein ou une membrane autour du collecteur perforé pour empêcher l'intrusion des racines. »

... ● Les haies de saules arbustifs peuvent être rabattues¹ tous les 3 ans. Couper une haie sur deux en alternance permet de conserver en tout temps la protection du champ. Par exemple, rabattre une haie sur deux au bout d'un an et les autres au bout de 3 ans, puis respecter l'intervalle de 3 ans entre chaque coupe.

Aspects économiques

Vézina et al. (2022) ont fait l'exercice d'estimer le temps de retour sur investissement de l'implantation de haies de saules sur une entreprise maraîchère cultivant des terres noires. Les calculs tiennent compte des frais de récolte et de mise en marché, ainsi que des diminutions de revenus liées à la perte d'espace cultivable. Avec une augmentation de rendement réaliste de 2,5 % sur 10 H, pour des haies d'arbres et arbustes espacées de 100 m, le retour sur investissement se fait au bout de 19 ans et, pour des haies de saules arbustifs espacées de 30 à 60 m, il dépasse 40 ans. Plus les haies sont rapprochées entre elles, et donc nombreuses, plus l'augmentation de rendement doit être importante pour compenser la perte d'espace cultivable. Si on obtient une augmentation de rendement de 5 %, le délai passe à 5 ans pour des haies d'arbres et d'arbustes et 2 ans pour des haies de saules arbustifs. Ces simulations ne tiennent pas compte de potentielles subventions à l'implantation.

« En incluant une valeur hypothétique aux émissions de carbone évitées, une entreprise pourrait raccourcir de façon significative le délai de récupération des investissements. De plus, réduire la perte de sol associée à l'érosion éolienne lui permettrait de maintenir plus longtemps la valeur foncière de ses terres organiques, qui est nettement plus élevée que celle des terres minérales » (Vézina et al., 2022).

« Les récents travaux de la Chaire de recherche industrielle CRSNG en conservation et en restauration des sols organiques cultivés ont montré un effet positif des haies de saules sur le drainage des sols, qui se traduit par des rendements supérieurs des cultures en bordure des haies » (Caron, 2022 dans Vézina et al., 2022).



¹Rabattage : 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)



© Cécile Tartera

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.



© Cécile Tartera



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



© UPA Montréal

- 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 influencent la présence de prédateurs et de parastoiïdes 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).
- 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.

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).

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, moins de ravageurs ont été observés sur les plants de tomates jusqu'à 200 m des haies. Une application d'insecticide a été requise dans la moitié des champs témoins, alors que le seuil d'intervention n'a été atteint qu'une fois sur 8 dans les champs bordés de haies. Les auteurs estiment que l'augmentation du contrôle biologique permettrait une réduction des coûts de traitements insecticides de 75 % par rapport aux sites témoins, pour un champ de 16 ha. Grâce à l'effet sur le contrôle biologique dans la tomate et sur la pollinisation dans le canola, 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.



Libre de droit

Amélioration de la pollinisation des cultures

En production maraîchère, certaines cultures dépendent exclusivement de la pollinisation par les insectes. Les cucurbitacées par exemple ont des fleurs monoïques et leur pollen lourd et collant n'est que peu transporté par le vent, les pollinisateurs leur sont donc indispensables. « Autant les abeilles mellifères que les abeilles sauvages visitent les fleurs de concombre, de pastèque, de citrouille et de courge. La recherche démontre que les abeilles sauvages peuvent être plus abondantes ou plus efficaces que les abeilles mellifères pour polliniser ces cultures » (Willis Chan et al., 2022).

Même chez les plantes autofécondes, on observe globalement une augmentation de la nouaison, du calibre des fruits et de leur qualité en présence d'insectes pollinisateurs (Gagnon-Lupien, 2025, comm. personnelle).



De nombreuses espèces de pollinisateurs 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 parcourent que de 30 à 450 m pour se nourrir (AAC, 2014).

Une floraison continue toute la saison permet l'établissement et le maintien des pollinisateurs 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 pollinisateurs 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 Bouffroy, 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

- ● « 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 moaïque 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 Boulfroy, 2023).

Conserver intacts et sans intervention les éléments existants du paysage qui représentent des habitats favorables aux polliniseurs est une manière simple et économique de favoriser les polliniseurs indigènes.

- ● Attention à la dérive de pesticides qui peut affecter les plantes et les polliniseurs dans les bordures végétalisées.



RÉDUCTION DE LA DÉRIVE DE PESTICIDES

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 (Bouffroy 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).



© Charles Lussier



© Marie-Christine Gauvin

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 faible, l'air passera au-dessus de l'écran et entraînera les pesticides plus loin derrière le brise-vent. Si la porosité est trop élevée, le brise-vent interceptera moins de gouttelettes » (Lemieux et Vézina, sd.). L'élagage des arbres permet de conserver la bonne porosité.
-○ La présence de plusieurs rangées facilite le renouvellement de la haie à long terme sans perte de protection.

Aspects économiques

Une dérive de pesticide chimique 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 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 maraîchère en particulier peuvent causer des symptômes de phytotoxicité et affecter le rendement d'autres cultures maraîchères.



AUGMENTATION DE LA RECHARGE DES NAPPES PHRÉTIQUES ET DES ÉTANGS D'IRRIGATION

Aménagements agroforestiers conseillés



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

- Deux rangées d'arbres à feuilles persistantes aux 3-4 m, 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



Localisation : perpendiculaires au vent hivernal

Des brise-vent judicieusement disposés permettent de retenir de grosses quantités de neige qui contribuent à remplir les étangs d'irrigation au dégel et à réduire l'évaporation de l'eau du réservoir en été (AAC, 2010).

Les brise-vent peuvent ainsi augmenter également le remplissage des étangs d'irrigation et des puits en améliorant la recharge des aquifères souterrains. Cet effet a été confirmé par L. Drainville et Y. Jolivet, sur un site du Bas-Saint-Laurent où la captation de neige par des brise-vent a permis d'augmenter l'autonomie en eau potable de la municipalité (Colpron, 2021).

Les saules arbustifs sont très efficaces pour filtrer les nutriments solubles provenant des fertilisants, de l'érosion et du ruissellement et ainsi réduire le risque de prolifération d'algues et de diminution du taux d'oxygène (Lalonde, 2024).



© Julie Bellefroid



Précautions à prendre

..... ● Privilégier des arbres à feuilles persistantes ou des arbustes afin d'éviter que de grandes quantités de feuilles ne tombent dans l'eau, accélérant l'envasement (AAC, 2010).

..... ● Ne pas planter d'arbres ou d'arbustes sur ou à proximité d'une digue, afin d'éviter que les racines ne la perforent et causent des fuites d'eau (Meunier et al., 2002).



DIVERSIFICATION DE LA PRODUCTION AVEC DES FRUITS, NOIX OU AUTRES PRODUITS DES ARBRES

Aménagements agroforestiers conseillés



Composition, disposition et localisation :

Des arbres et arbustes fruitiers ou à noix peuvent s'insérer sous forme :

- d'arbres isolés ou de bosquets au sein des parcelles
- de haies autour des parcelles
- d'alignements intraparcellaires, formant un système intercalaire appelé verger maraîcher en France : il s'agit alors de remplacer une ou des planches de culture de légumes par des rangs d'arbres
- d'une combinaison de toutes ces formes, dans un jardin-forêt (ou forêt nourricière) multistratifiées



Espèces :

- Exemples d'arbustes au potentiel de production de petits fruits intéressants : amélanchiers, argousiers, aronia noire, aulne crispé, camérisiers, cerisier de Virginie, framboisiers, gadeliers, myrique baumier, rosiers rugueux et inermes, shepherdies sureaux blanc et noirs, sumac vinaigrier, viornes
- Exemples d'arbres et arbustes à noix intéressants : noyer noir, caryer ovale, noisetier à long bec, noisetier américain, châtaigner d'Amérique (Vézina et Néri, 2025)



Localisation : placer les plus grands arbres au nord des parcelles. Au sein des parcelles, privilégier des porte-greffes nanifiant ou moyennement vigoureux.

En verger-maraîcher, consacrer les planches à proximité des lignes d'arbres à des légumes plus tolérants à l'ombre et réservier les cultures de plein soleil au centre des allées (Warlop et al., 2017). MSV Normandie (2022) recommande un espacement de 12 m en moyenne entre deux arbres et de 20 à 30 m entre les lignes. Possiblement moins avec des porte-greffes nanifiant. Il n'y a pas de références québécoises.

Dans un jardin forêt, les arbres peuvent être associés à des espèces ligneuses et herbacées vivaces selon leur tolérance à l'ombre dans des guildes végétales.

Les arbres et arbustes peuvent fournir des fruits ou noix mais aussi des racines, fleurs, écorce, sève, feuilles et bourgeons qui peuvent être valorisés sous une multitude de formes pour l'alimentation (jus, compotes, confitures, confiserie, pâtisserie, tisanes, aromates, huiles, bière, gin, etc.) ou pour une vocation cosmétique (crèmes, baumes, sérum) ou médicinale (huiles essentielles, etc.). Certaines espèces d'arbres à noix peuvent également être inoculées pour produire des truffes.

Associer sur une même parcelle une culture maraîchère et une production de fruits, noix ou autres produits forestiers non ligneux (PFNL), en formant plusieurs strates de végétation, peut permettre d'optimiser le foncier et les ressources du milieu.

En France, les fermes de production mixte légumes et fruits optent pour une disposition linéaire des arbres afin de faciliter la gestion quotidienne, en privilégiant les interventions à la ligne ou à la planche, plutôt qu'à la plante (Warlop et al., 2017).



Précautions à prendre



-○ Observer l'état sanitaire des arbres et être attentif notamment à la brûlure bactérienne (feu bactérien) qui touche principalement les plantes de la famille des rosacées (pommier, poirier, sorbier, aubépine, spirée, etc.). Les arbres infectés sont susceptibles de contaminer d'autres arbres sur la ferme ou des vergers dans un rayon de 5 km. La bactérie qui est à l'origine de cette maladie est un organisme nuisible réglementé .
-○ La densité a un impact direct sur le rendement des cultures. Penser à l'espacement inter-rang et sur le rang, en fonction de l'ensoleillement, du type d'arbres de son futur gabarit, de la mécanisation en place et du mode de récolte prévu. « Concevoir les associations des espèces fruitières et potagères en fonction de leur tolérance à l'ombre et de leur capacité d'enracinement » (Warlop et al., 2017).
-○ Compte-tenu de la densité végétale et de l'entretien requis, la planification et la mise en place d'un verger-maraîcher ou d'un jardin-forêt représentent un investissement de temps important pendant les premières années. La taille de formation est essentielle pour la santé des arbres fruitiers et leur intégration harmonieuse dans la parcelle. Par la suite, une taille d'entretien est requise pour conserver la forme désirée et assurer sa productivité. Dans une enquête auprès de 19 producteurs en verger-maraîcher en France, la grande majorité considérait que la culture intercalaire d'arbres fruitiers et de légumes ne posait pas de problème majeur en termes d'organisation du travail. Cependant, l'imbrication des légumes et des fruitiers peut entraîner des pics de travail conjoints, notamment durant les périodes de taille estivale et de récolte, et une augmentation de la complexité en termes de gestion des productions. Il est important de prévoir les périodes de pics de travail pour s'assurer d'avoir la main-d'œuvre nécessaire et éviter que les légumes en dessous gênent la récolte (Léger et al., 2019 ; De Lapparent et al., 2023).
-○ Warlop et al. (2017) recommandent de « garantir un accès permanent aux arbres avec une prise en compte du type de mécanisation et de la largeur nécessaire au passage des outils ». En effet, la maturation naturelle des fruits et la diversité des variétés et des cultivars entraînent des périodes de récoltes étaillées dans l'année. Localiser les espèces comestibles dans une zone accessible et fréquemment visitée et regrouper les variétés, si possible en prenant en compte leur précocité, permet d'optimiser les déplacements (Vézina, 2025 ; MSV Normandie, 2022). L'organisation en double rang permet aussi de regrouper les fruitiers et de faciliter la gestion
-○ "L'arbre fruitier se cultive et s'entretient au même titre que les cultures légumières, mais en arboriculture, la gestion des années passées a des répercussions directes sur la production des années à venir. Une formation en arboriculture est donc vivement encouragée" (Warlop et al., 2017).

Aspects économiques

« Pour bien évaluer la viabilité du système, il faut définir les circuits de distribution pour les années à venir, et ce pour toutes les productions envisagées » (légumes, fruits, PFNL, etc.) (Warlop et al., 2017).

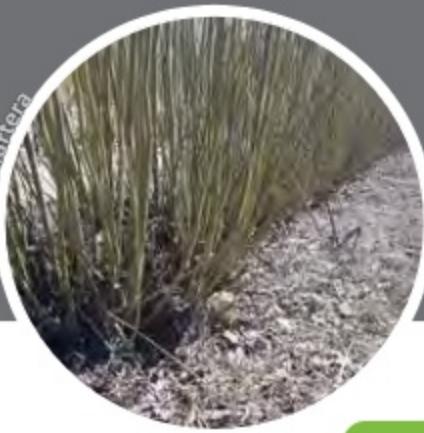
Les entreprises maraîchères de proximité se prêtent mieux à ce type d'aménagement, car elles disposent déjà d'équipement pour l'irrigation et de kiosques de vente directe pour la commercialisation. De plus la diversité des produits est un élément central de leur stratégie commerciale (Léger et al., 2019 ; Vézina et Néri, 2025). Sans cela, il est difficile de rentabiliser une production marginale dans des haies agroforestières ou un jardin-forêt.

Le verger-maraîcher quant à lui, qui intègre des rangées d'arbres fruitiers entre les planches de légumes, est plutôt rencontré sur des fermes de petites surfaces (moins de 5 ha), mais possède un potentiel intéressant pour les cultures légumières et fruitières à plus grande échelle selon les retours d'expérience de MSV Normandie (2022).

La commercialisation en circuit court permet d'augmenter la diversité des cultures et de sensibiliser les consommateurs aux pratiques d'agroforesterie mises en place. « Dans le cas d'une commercialisation en gros, il est recommandé de réduire le nombre d'espèces et variétés cultivées » (MSV Normandie, 2022).

Les arbres fruitiers sont plus sensibles que les essences forestières aux maladies et ravageurs et, en l'absence de gestion phytosanitaire appropriée, les rendements peuvent être très faibles. Une fois bien implantées, plusieurs espèces d'arbustes fruitiers et d'arbres à noix indigènes peuvent offrir une production intéressante pour un entretien minime. Toutefois la productivité des végétaux et l'efficacité des opérations sont loin de celles obtenues en verger conventionnel, aussi leur production est généralement à considérer comme complémentaire à l'activité principale.





PRODUCTION DE BOIS RAMÉAL

Aménagements agroforestiers conseillés



Composition et disposition : haies constituées d'au moins deux rangées d'arbustes, ou parcelle de plantation à forte densité



Espèces : arbustes pouvant être recépés²

Exemples : saules arbustifs, physocarpe à feuilles d'obier, cornouillers, noisetiers

Les hybrides de saules arbustifs à croissance rapide s'y prêtent particulièrement bien, pour leur vitesse de croissance, leur morphologie et leurs propriétés physico-chimiques (Lemieux et Germain, 2002)



Localisation : autour des parcelles, dans une parcelle dédiée, ou dans des zones peu productives

Il est recommandé de couper les saules arbustifs à 10 cm du sol tous les 3 à 5 ans à l'aide d'une scie à chaîne ou d'une débroussailleuse. Le recépage peut se faire entre octobre et mars, avant la reprise de la végétation (Lemieux et Germain, 2002).

Le déchiquetage des tiges de plus de 7 cm de diamètre fournit des copeaux de bois qui peuvent être épandus à la surface du sol, au pied d'arbres et d'arbustes ou dans les cultures maraîchères. Un tel paillis contribue au contrôle des plantes herbacées spontanées et au maintien de l'humidité du sol (Beauchemin et al., 1990 ; Lalande et al., 1998).

Si le recépage est réalisé plus fréquemment, les tiges de faible diamètre peuvent être déchiquetées pour produire du bois raméal fragmenté (BRF)³. « Les BRF sont constitués de trois parties, les branches, les rameaux et les feuilles et ils sont riches en sucres, protéines, celluloses et lignines. Tous ces éléments jouent un rôle très précis dans la formation et le maintien d'un sol fertile. Ce n'est pas le cas des écorces, du bois de tronc, des sciures, des copeaux de rabotage, etc. » (Lemieux et Germain, 2002).



²Recépage : opération qui consiste à couper toutes les tiges des arbustes presque au ras du sol (BNQ 0605-200/2020, Entretien arboricole et horticole)

³Bois raméal fragmenté : résultat du broyage frais de rameaux et petites branches vertes d'un diamètre inférieur à 7 cm, avec ou sans feuilles, en fragments de 1 à 10 cm de longueur (Lemieux, 2000)

Le BRF peut être utilisé de différentes façons :

- épandu en surface comme paillis sur une épaisseur de 12 cm ;
- mis en petits tas pendant plusieurs mois pour être épandu ensuite sous forme semi-compostée sur une épaisseur d'environ 3 cm et incorporé superficiellement à 10 cm de profondeur ;
- mélangé à du fumier et à d'autres matières végétales pour réaliser un compost thermique équilibré riche en microorganismes fongiques bénéfiques (Asselineau et Domenech, 2007).

La production de biomasse aérienne varie beaucoup selon la fertilité du site et le type de gestion. Boulfray et al. (2019) considèrent un rendement moyen de 2 à 10 t ms/ha/an, basé sur les rendements obtenus par Biopterre (méthode de récolte à la débroussailleuse et la déchiqueteuse ne faisant presque pas de pertes) et par Gasser et al. (2013). Selon ces chiffres, avec une coupe aux 5 ans et un espacement entre les plants de 1 à 2 m, une rangée de saules fournit environ 5,4 t de biomasse pour 1 km. En considérant une densité de 250 kg/m³, cela équivaut à un volume de BRF d'environ 22 m³, qui permet de pailler une surface de 208 m² ou d'amender une surface de 833 m².

Ces haies peuvent produire pendant 20 à 25 ans (Labrecque et Lajeunesse, 2017 ; Tylek, 2017).



Précautions à prendre

- ● Garder un espacement sécuritaire de 15 m entre les arbustes et les collecteurs de drainage perforés (Cogliastro et al., 2022).
- ● L'incorporation au sol de matériau à forte teneur en lignine peut entraîner une immobilisation temporaire d'azote par les microorganismes décomposeurs de lignine (Beauchemin et al., 1990 ; Lalande et al., 1998). Il est donc conseillé de faire l'épandage dans des planches destinées à des cultures de légumineuses ou peu exigeantes en azote. Plus les fragments sont petits, plus ils seront dégradés rapidement, mais plus la faim d'azote sera importante. L'immobilisation est fortement diminuée si le BRF est appliqué en surface sans enfouissement et s'il est partiellement composté avant l'épandage. Cet effet s'atténue dès la deuxième année suivant l'épandage et le rendement peut être maintenu en compensant avec un apport additionnel d'azote minéral ou organique (Barthès et al., 2010).
- ● Une proportion trop importante de résineux peut occasionner des pertes de rendements importantes sur plusieurs années dans les cultures exigeantes en azote comme la pomme de terre (Beauchemin et al., 1990). Selon les essais de Lemieux et Germain (2022) avec des pins, des épicéas et des sapins, les résineux ne devraient pas constituer plus de 20 % du broyat.
- ● La forte quantité de matière organique et les conditions fraîches et humides en surface du sol constituent un environnement favorable aux limaces.
- ● L'accès au matériel et le temps requis pour le déchiquetage sont un enjeu. Les petits broyeurs individuels ne sont pas très robustes, ont un rendement faible (< 1 m³/h) et consomment beaucoup d'énergie. Une fourragère à maïs ou un gyrobroyeur peuvent fonctionner à condition de récolter tous les 4 à 5 ans maximum afin que les tiges ne soient pas trop grosses.

Aspects économiques

Les rendements varient principalement en fonction de la fertilité du site, de la gestion et de la méthode de récolte. Par exemple, la récolte avec le *biobaler* entraîne des pertes de 20 % de biomasse au champ.

Les tiges coupées et les copeaux de bois sont des matériaux volumineux et plus il faut de manipulation ou de déplacement, plus l'opération devient coûteuse et longue » (Organic research centre, 2020). Le Organic research centre (2020) a réalisé un guide sur les aspects logistiques et économiques de l'utilisation de BRF. Selon leurs essais, la méthode d'application la plus efficace en termes de temps est celle consistant à couper et déchiqueter le matériau directement dans un épandeur de fumier, puis à l'épandre au champ en une seule opération.

« De plus, la fréquence de récolte peut aussi avoir un impact. Une rotation plus courte facilite la récolte, mais augmente le nombre de rotations et les coûts. Une rotation trop longue pénalise les rendements et complique les activités de récolte ». Boulfray et al. (2019) suggèrent de récolter aux 4 à 5 ans, ce qui offre le meilleur compromis, en tenant compte des rendements et des coûts de récolte.

L'enfouissement de BRF dans les sols à texture légère provoque une baisse du rendement de la première culture. En revanche, le rendement des cultures suivantes est souvent supérieur à celui du témoin sans BRF (Barthès et al., 2010).

L'utilisation de BRF confère plusieurs bénéfices agronomiques, tels qu'amélioration de la structure de sol, de l'activité biologique et de la rétention de l'humidité, qui sont difficiles à chiffrer (Barthès et al., 2010).

Il est difficile et peu rentable de produire une quantité de copeaux ou de BRF suffisante pour amender ou pailler une parcelle en culture. Toutefois les saules arbustifs peuvent être utilisés pour valoriser une zone mal drainée ou former une haie brise-vent, et le bois résultant de leur recépage d'entretien peut être mis à profit pour auto-produire de petits volumes de paillis. Celui-ci pourra être appliqué au pied des arbres et arbustes plantés sur la ferme, pour contrôler les herbacées et maintenir l'humidité.





AMÉLIORATION DU BIEN-ÊTRE DES TRAVAILLEURS

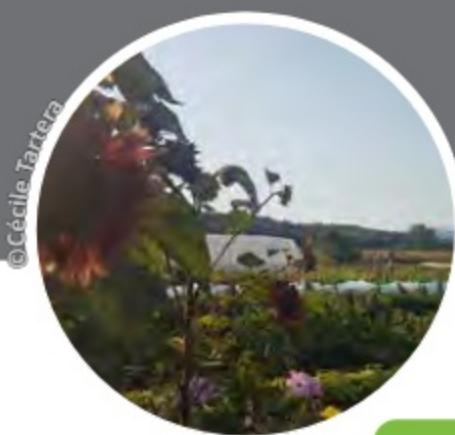
En été, les conditions de travail sont plus agréables à proximité des arbres dans la zone ombragée. La température plus fraîche réduit la fatigue et les risques pour la santé associés aux fortes chaleurs.

Les haies brise-vent ont un effet contrasté sur le microclimat. Les températures de l'air et du sol sont plus faibles dans la zone d'ombre près de la haie que dans les zones exposées au soleil. Toutefois, dans la zone protégée du vent, il y a au contraire une légère hausse des températures (entre 0,5 et 2 °C environ) (Richard et Munger, 2019). Des arbres répartis au sein des parcelles offrent donc plus de confort aux travailleurs que des haies brise-vent seules, car l'ombre est mieux répartie et l'air circule avec très peu d'obstacles, ce qui contribue à rafraîchir la température.

La présence d'arbres en général crée un environnement de travail plus agréable, ce qui peut augmenter la satisfaction et la productivité des travailleurs agricoles.

Dans une enquête auprès de 19 producteurs en verger-maraîcher en France, une majorité considérait que la culture mixte de légumes et d'arbres leur procurait une meilleure qualité de travail, les arbres offrant une protection contre le soleil et le vent et créant un cadre de travail esthétique. « Le sentiment que l'agroforesterie a contribué à une plus grande biodiversité liée à l'observation d'oiseaux et d'insectes a également joué un rôle majeur dans la création d'une atmosphère positive » (Léger et al., 2019).





AGROTOURISME

Aménagements agroforestiers conseillés



Composition, disposition et localisation : arbres isolés, arbustes fleuris, végétalisation des abords d'un étang ou d'un cours d'eau, alignement d'arbres le long d'un chemin pédestre, haie brise-vent moyennement dense d'une ou plusieurs rangées le long de la route, haies favorisant la connectivité entre des boisés, etc.



Espèces : espèces de hauteurs, formes et textures variées, aux floraisons ou feuillages colorés et diversifiés

Exemples d'espèces à feuilles d'ombrage aptes à retenir une plus grande quantité de poussières : caryer ovale, ostréier de Virginie, chêne à gros fruits, sumac vinaigrier (SODAQ, 2002)



Localisation : autour des parcelles, dans une parcelle dédiée, ou dans des zones peu productives

La présence d'arbres embellit le site d'une boutique ou d'un gîte, apporte de l'ombre et agrémenté une aire de pique-nique ou un sentier de promenade.

Un écran boisé permet de dissimuler une infrastructure inesthétique, comme une fosse à lisier.

Les haies en bord de route confèrent au site plus d'intimité et réduisent les poussières et la nuisance sonore liées à la circulation.

Une clôture en osier vivant (jeunes rameaux de saules arbustifs) délimite des espaces et crée rapidement un brise-vue esthétique et original, d'une longévité d'une quinzaine d'années.

Des ateliers pédagogiques d'observation de la faune, de découverte de la flore indigène ou de cueillette d'espèces comestibles dans les aménagements agroforestiers peuvent également être organisés pour augmenter l'attractivité.

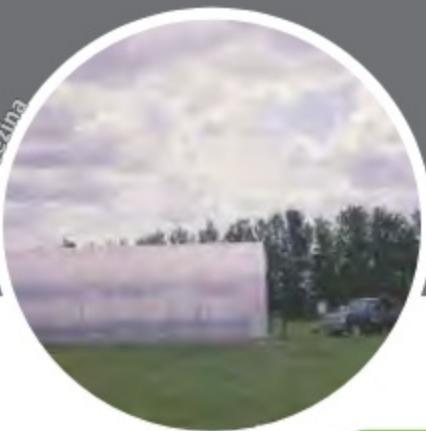
Les arbres sur la ferme sont en outre « symboliques d'une agriculture plus soucieuse de l'environnement, qui peut alors être légitimement revendiquée pour promouvoir ses produits et attirer les consommateurs » (Warlop et al., 2017).

D'autre part, diverses études mettent en évidence les bienfaits pour la santé mentale dérivés du contact avec la nature et particulièrement la forêt (Buckley et al., 2020 ; Bherer, 2021). Les fermes agrotouristiques peuvent constituer des lieux de ressourcement facilement accessibles. Le bien-être et la connexion à la nature peuvent être mis de l'avant en s'insérant dans une offre de tourisme basé sur la nature à échelle régionale, dans un circuit

Précautions à prendre

- ... ○ Éviter les espèces aux fruits attrayants mais toxiques pour la consommation humaine, tels que le cerisier de Virginie (*Prunus virginiana* L.), les ifs (*Taxus spp.*) ou le troène commun (*Ligustrum vulgare*) (Mulligan et Munro, 1990).
- ... ○ Encadrer les accès et l'autocueillette pour préserver les végétaux.





PROTECTION DES SERRES

Aménagements agroforestiers conseillés



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

Exemples (Cogliastro et al., 2022) :

- Trois rangées, dont une rangée d'arbres à feuilles persistantes aux 3-4 m côté champ, une rangée de peupliers hybrides aux 3-4 m au centre, et une rangée d'arbres feuillus aux 3-4 m côté bâtiment, avec un espacement de 3 à 4 m entre les rangées
- Trois rangées, dont deux rangées d'arbres à feuilles persistantes aux 3-4 m côté champ, et une rangée d'arbres feuillus aux 3-4 m côté bâtiment, avec un espacement de 3 à 4 m entre les rangées
- Deux rangées d'arbres à feuilles persistantes aux 3-4 m, 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, et une rangée d'arbres feuillus aux 3-4 m côté bâtiment, avec un espacement de 3 à 4 m entre les rangées
- Deux rangées d'arbres à feuilles persistantes et caduques en alternance aux 3-4 m, 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



Les arbres feuillus peuvent être plus espacés sur le rang, si on intercale des arbustes pour occuper l'espace entre les troncs et maintenir une porosité uniforme sur toute la hauteur de la haie.



Localisation :

- À au moins 30 m des bâtiments
- Idéalement en T ou en U, de manière à ceinturer les serres sur les côtés exposés aux vents d'ouest sud-ouest et de nord nord-est. Garder le côté sud ouvert (Vézina, 2025, comm. personnelle)
- S'il n'y a qu'une section, elle doit être perpendiculaire au vent dominant hivernal et dépasser les serres d'au moins 30 m pour mieux protéger des vents de contournement

En période hivernale, les haies brise-vent peuvent réduire les coûts de déneigement et de chauffage des serres. En effet, la neige s'accumule dans la zone de calme au pied de la haie et l'espace en aval reste dégagé. De plus, dans la zone protégée du vent, il y a une légère hausse des températures durant le jour (entre 0,5 et 2 °C environ) (AAC, 2010 ; Richard et Munger, 2019).

Les haies brise-vent protègent en outre des rafales de vent et de la poudrerie, diminuant les bris causés par le vent et améliorant le confort de travail aux alentours des serres.

Précautions à prendre

- ... Localiser les haies à bonne distance des serres permet d'avoir de la latitude en cas de nouvelles constructions dans le futur, les nouvelles serres étant généralement bâties proche des anciennes pour faciliter la gestion et une meilleure efficacité énergétique. Dans tous les cas, respecter une distance d'au moins 30 m entre la haie et les serres à protéger pour éviter l'accumulation de neige sur les structures (AAC, 2010).
- ... 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.
- ... Respecter une porosité suffisante afin de ne pas nuire à la ventilation naturelle de la serre et d'éviter l'accumulation de neige entre la haie et le bâtiment.
- ... Effectuer une taille de formation les premières années puis un élagage de sécurité⁴ pour éviter que des branches cassent et tombent sur des bâtiments ou bloquent des accès.

© Benoit Potvin/Deau

Aspects économiques

Les brise-vent autour des serres permettent de réduire la consommation énergétique, en lien avec la diminution de infiltrations au niveau des ouvertures et la diminution des échanges d'air sur les surfaces à faible valeur isolante (Caron et al., 1991). Selon des études dans le nord-est des États-Unis, des brise-vent peuvent entraîner une réduction de 10 à 15 % des coûts de chauffage de bâtiments (Dewalle et Heisler, 1988).



© Charlotte Gaudreault, CÉTAB+

⁴ Élagage de sécurité : opération qui consiste à supprimer les branches qui représentent un risque pour les individus et les biens. Inclut l'élagage des branches mortes, malades, faiblement attachées ou brisées (BNQ 0605-200/2020, Entretien arboricole et horticole)



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 estivale, 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 des 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. Enfin, dans la zone protégée par la haie brise-vent, la chaleur accrue durant le jour peut conduire à une maturité plus précoce de certaines cultures. Ce faisant, les stades critiques du développement de certaines cultures s'effectueraient avant les périodes de déficit en eau durant la saison estivale, qui seront de plus en plus marquées. Ces éléments pourraient permettre de lutter plus efficacement contre la hausse probable des ravageurs des cultures et des agents pathogènes 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.



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 polliniseurs 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 (Bouffroy 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.



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 arbuste (BNQ 0605-200/2020, Entretien arboricole et horticole)

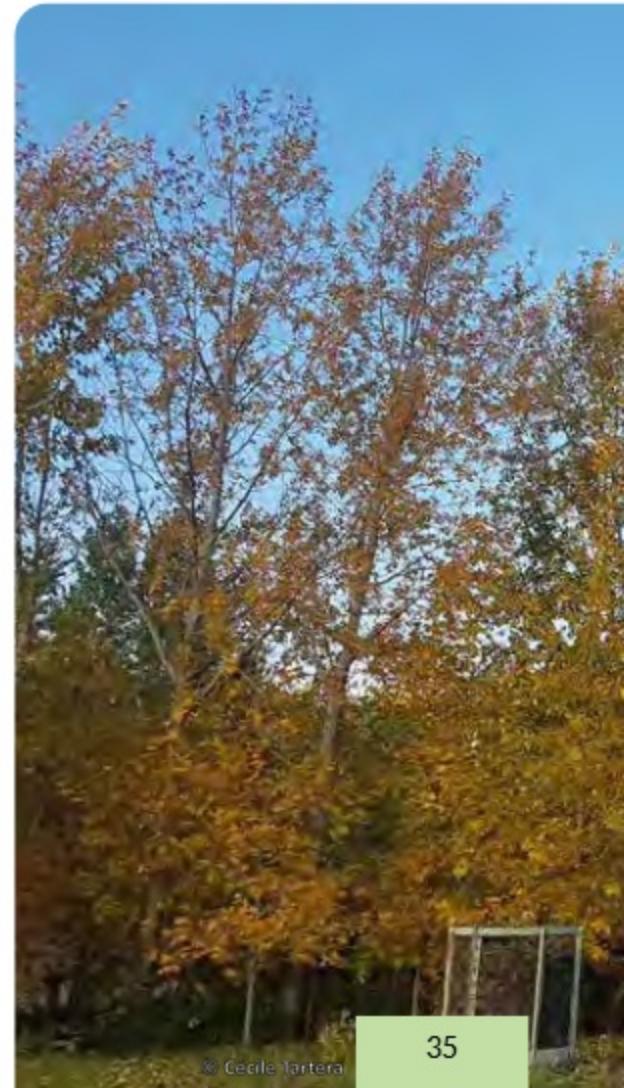
⁶Recépage : opération qui consiste à couper toutes les tiges des arbustes presque au ras du sol (BNQ 0605-200/2020, Entretien arboricole et horticole)

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

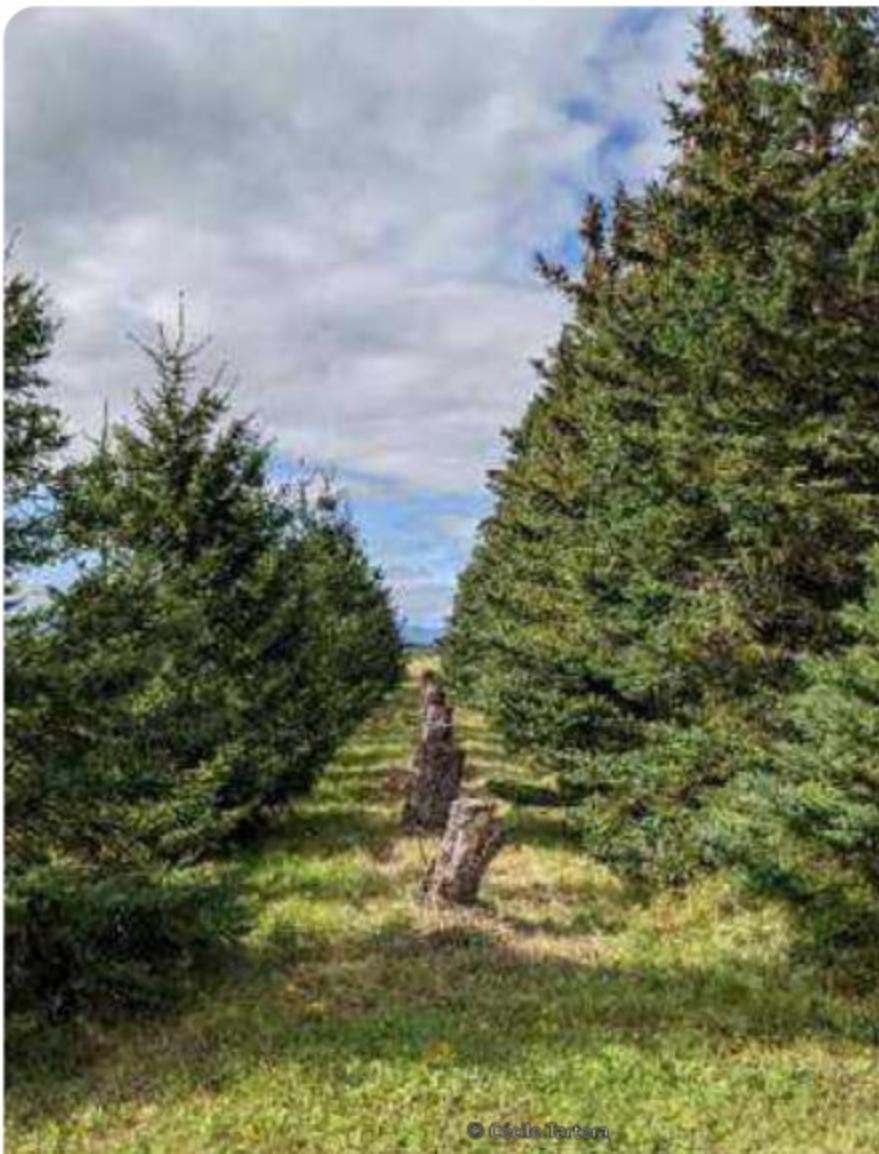
Risques à moyen terme

- 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).



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 les productions maraîchères, 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

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 en terres noires

- Vézina, A., De Baets, N., Lebel, F. et Cogliastro, A. (2022). Rapport - Modèle d'affaires en agroforesterie - Impact économique de l'aménagement de systèmes agro-forestiers 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

Agroforesterie, gestion des ravageurs de cultures et pollinisateurs

- Labrie, G. 2024. Moins de ravageurs dans les champs grâce aux haies
- Gauvreau, M.C. et Boulfory, E. (2023). Les fiches d'accompagnement pour l'implantation d'aménagements favorisant la biodiversité en milieu agricole. No 1. Comment favoriser les pollinisateurs en milieu agricole. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie (CERFO)

Agroforesterie et diversifications des productions sur les entreprises maraîchères

- Club des producteurs de noix comestibles du Québec. (2024). Production de noix au Québec. Guide pour la production de noix en milieu nordique. ISBN 978-2-9814587-2-8
- Léger, F., Morel, K., Bellec-Gauche, A. et Warlop, F. (2019). Agroforesterie maraîchère : un choix stratégique pour garantir une durabilité en transition agroécologique ? Expériences issues du projet SMART. Innovations Agronomiques, 2019, 71 : 259-273. DOI : 10.15454/EK0390
- Vézina, A. et Neri, G. (2025). Intégrer des comestibles dans les haies agroforestières. Groupe ProConseil, webinaire du 20 janvier 2025
- Warlop, F., Corroyer, N., Denis, A., Conseil, M., Fourrié L., Duha, G., Buchmann, C., Lafon, A. et Servan, G. (2017). Associer légumes et arbres fruitiers en agroforesterie : Principes, éléments techniques et points de vigilance pour concevoir et conduire sa parcelle. Projet SMART. 40 p.

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

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 tampon riveraines dans les Prairies. No AAC 11215F. ISBN 978-1-100-92528-8. https://publications.gc.ca/collections/collection_2010/agr/A125-2-2010-fra.pdf

AAC. (2014). Les insectes indigènes et l'agriculture au Canada. Agriculture et Agroalimentaire Canada. ISBN : 978-0-660-21850-2. https://publications.gc.ca/collections/collection_2014/aac-aafc/A59-12-2014-fra.pdf

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., Wäckers, 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

Asselineau, É. et Domenech, G. (2007). De L'arbre au sol, les bois raméaux fragmentés. Éditions du Rouergue, 190 p.
Barthès, B.G., Manlay, R.J. et Porte, O. (2010). Effets de l'apport de bois raméal fragmenté sur la plante et le sol : une revue des résultats expérimentaux. *Cah Agric* 2010, 19 : 280-7. DOI : 10.1684/agr.2010.041

Beauchemin S, N'dayegamiye, A. et Laverdière, M.R. (1990). Effets d'apport d'amendements ligneux frais et humifiés sur la production de pomme de terre et sur la disponibilité de l'azote en sol sableux. *Can J Soil Sci* 1990 ; 70 : 555-64
Bherer, L. (2021). Les bienfaits de la nature sur la santé globale. Rapport réalisé pour le compte de la SEPAQ et remis en mars 2021. Institut de cardiologie de Montréal et Université de Montréal. <https://observatoireprevention.org/2021/07/08/les-bienfaits-de-la-nature-sur-la-sante-globale/>

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>

Boulfroy, E., Joanisse, 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

Buckley, R. (2020). Nature tourism and mental health: parks, happiness, and causation. *Journal of Sustainable Tourism*, 28(9) : 1409-1424. DOI : 10.1080/09669582.2020.1742725. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09669582.2020.1742725>

CDAQ. (2024). Évolution du climat et impact des changements climatiques à la ferme. Formation des conseillers Agriclimat, cohorte 2024

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., 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

Colpron, S. (2021). Récolter de l'eau avec une barrière à neige. La Presse. Publié le 5 avril 2021. <https://www.lapresse.ca/actualites/environnement/2021-04-05/planete-bleue-idees-vertes/recoller-de-l-eau-avec-une-barriere-a-neige.php>
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

De Lapparent, A., Sabatier, R., Paut, R. et Martin, S. (2023). Perennial transitions from market gardening towards mixed fruit tree - vegetable systems. *Agricultural Systems*, 204, 2023, 103635. DOI : 10.1016/j.agsy.2023.103635

Dewalle, D.R. et Heisler, G.M. (1988). Use of windbreaks for home energy conservation. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 22 : 243-260. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0167880988900242>

Dessureault-Rompré, J., Libbrecht, C.J. et Caron, J. (2020). Biomass crops as a soil amendment in cultivated histosols: Can we reach carbon equilibrium? *Soil Sci. Soc. Am. J.* 84 : 597-608.

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

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:pcawne]2.0.co;2

Fortin, J.P. Windbreaks effects on microclimate and yield on tomato in Quebec. (1986). Thèse présentée à l'Université McGill pour obtenir le grade de Master of Science

Gasser, M.O., Dufour-L'Arrivée, C., Grenier, M. et Perron, M.H. (2013). « Bandes végétatives de saule et de graminées en baïssières pour réduire les charges polluantes diffuses et produire de la biomasse dédiée. Rapport final déposé au MAPAQ - Programme de soutien à l'innovation en agroalimentaire, IRDA (Institut de recherche et de développement en agroenvironnement), 54 p. <https://irda.qc.ca/media/yw0cvsl4/irda-saulegramin%C3%A9sreductionchargespol-luantes-rapport-decembre2013.pdf>

Gauvreau, M.C. et Boulfory, E. (2023). Les fiches d'accompagnement pour l'implantation d'aménagements favorisant la biodiversité en milieu agricole. No 1. Comment favoriser les pollinisateurs en milieu agricole. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie (CERFO). https://cerfo.qc.ca/wp-content/uploads/2023/01/Fiche1_POLLINISATEURS_v16janv2023.pdf

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

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

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

Labrecque, M. et Lajeunesse, S.L. (2017). Guide de production de saules en culture intensive sur courtes rotations. CE-ROM. https://www.agrireseau.net/documents/Document_96859.pdf

Labrie, G., Lussier, C., De Almeida, J., Brazeau, S., Mercier, C. et Tartera, C. (2019). Entomofaune en haies brise -vent rivieraines 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

Lalande, R., Furlan, V., Angers D.A., et Lemieux, G. (1998). Soil improvement following addition of chipped wood from twigs. *Am J Alternative Agr* 1998 ; 13 : 132-7

Lalonde, O. (2024). Les saules arbusifs en agroforesterie. Groupe ProConseil, webinaire du 1er mars 2024.
Léger, K., Morel, K., Bellec-Gauche, A. et Warlop, F. (2019). Agroforesterie maraîchère : un choix stratégique pour garantir une durabilité en transition agroécologique ? Expériences issues du projet SMART. *Innovations Agronomiques*, 2019, 71 : 259-273. DOI : 10.15454/EK039O. <https://hal.inrae.fr/ARINRAE-INNOVAGRO/hal-02185871>

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

Lemieux, G. et Germain, D. (2002). Le bois raméal fragmenté : le clé de la fertilité durable du sol. Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, Université Laval. Publication no 129, 2ème édition, mars 2002

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.

MAPAQ. (2023). Obligations concernant les pommiers sur votre terrain. <https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/agriculture/mauvaises-herbes-insectes-maladies/obligations-pommiers-sur-votre-terrain>

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., 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

Meunier, D., Domingue, J. et Gauthier, F. (2002). Gestion de la végétation sur les digues et barrages, revue sommaire. Étude réalisée par le Groupe conseil GENIVAR pour Hydro-Québec. 11 p.

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

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%AEchage_Sol_Vivant_\(2022\)](https://wiki.tripleperformance.fr/wiki/Guide_du_Mara%C3%AEchage_Sol_Vivant_(2022))

Mulligan, G.A. et Munro, D.B. (1990). Plantes toxiques du Canada. Centre de recherches biosystémiques, direction générale de la recherche, Agriculture Canada. Publication 1842/F. ISBN 0-660-92850-7. https://publications.gc.ca/collections/collection_2014/aac-aafc/agrhist/A53-1842-1990-fra.pdf

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

Poppenborg Martin, E., Dainese, M., Clough, Y., Báldi, 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 Steffan-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

Organic research center. (2020). Ramial woodchip production ad use. *Woodchip for Fertile Soils (WOOFs) Technical Guide 1*. Sally Westaway, November 2020. <https://www.organicresearchcentre.com/news-events/ramial-woodchip-production-and-use-on-farm/>

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

SODAQ. (2002). Des arbres sur ma ferme. Société de l'arbre du Québec. https://www.agrireseau.net/Agroforesterie/documents/Des_arbres_sur_ma_ferme_SODAQ_2002.pdf

Thériault, J., Coutin-Beaulieu, C., Le Mat, A., Martin, Y., Taillon, P.A. et Leblanc, J. (2023). Guide d'implantation : Serre individuelle en maraîchage diversifié. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ), 140 p. ISBN 978-2-7649-0707-8. https://www.craaq.qc.ca/Publications-du-CRAAQ/guide-d_implementation-serre-individuelle-en-maraichage-diversifie/p/PCUA0110#tab_tab3

Tylek P., Pietrzykowski, M., Walczyk, J., Juliszewski T. et Kwaśniewski, D. (2017). Root biomass and morphological characterization of energy willow stumps. *Croat. j. for. eng.* 38(1) : 47-50. https://www.researchgate.net/publication/316495686_Root_Biomass_and_Morphological_Characterization_of_Energy_Willow_Stumps

Université du Nebraska. (2006). Windbreaks for fruit and vegetable crops. <https://extensionpubs.unl.edu/publication/ec1779/2006/pdf/view/ec1779-2006.pdf>

Van Rijn, P.C.J. et Wäckers, 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. (2021). Aménagement de haies pour la protection de pâturages. https://www.agrireseau.net/documents/Document_108672.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

Vézina, A. et Neri, G. (2025). Intégrer des comestibles dans les haies agroforestières. Groupe ProConseil, webinaire du 20 janvier 2025. <https://youtu.be/GeVJEAS0tAO>

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

Warlop, F., Corroyer, N., Denis, A., Conseil, M., Fourrié L., Duha, G., Buchmann, C., Lafon, A. et Servan, G. (2017). Associer légumes et arbres fruitiers en agroforesterie : Principes, éléments techniques et points de vigilance pour concevoir et conduire sa parcelle. *Projet SMART*. 40 p. https://orgprints.org/id/eprint/32135/1/guide_verger-maraicher_smart_GRAB_web.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*

Willis Chan, D.S., Law, K. et Morandin, L. (2022). Pratiques visant à protéger les polliniseurs des pesticides : Cucurbitacées, Pollinator Partnership Canada, 2022. <https://pollinatorpartnership.ca/assets/generalFiles/Cucurbit-Pollinator-Guide-French.pdf>



© UPA Montréal

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

Révision :
Emmanuelle Boulfroy, M.Sc., CERFO
Isabelle Couture, agr., M.Sc., MAPAQ
Elise Erard, Association Française d'Agroforesterie
Alex-Antoine Fortier-Brunelle, agr., MAPAQ
Noémie Gagnon Lupien, bio., M.Sc., CETAB+
Andréanne Gaudet, biol., agr., MAPAQ
Geneviève Labrie, Ph.D.
Louis Lefebvre, agr., Adapterre
Catherine Mercier, agr., M.Sc., Groupe ProConseil
Jonathan Pineault, Écomestible Coop
Benoît Poiraudreau, tech. agricole, MAPAQ
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.

