

# Faire de la place aux arbres ? Pas si fou que ça !



*L'agroforesterie, un outil  
multifonctionnel alliant productivité, résilience et conservation.*

Antoine Mathieu, biol., *M.Sc.*, professionnel de recherche,  
David Rivest, *Ph.D.*, professeur titulaire, UQO  
Institut des sciences de la forêt tempérée



ISFORT  
Institut des Sciences  
de la Forêt tempérée

UQO

**Agriculture, Pêcheries  
et Alimentation**

Québec



# Les différents types de systèmes agroforestiers

... et leurs fonctions



---

# Les haies brise-vent

- Protection contre le vent
  - Cultures, bétail, bâtiments, sols
  
- Mais aussi bien d'autres fonctions insoupçonnées !



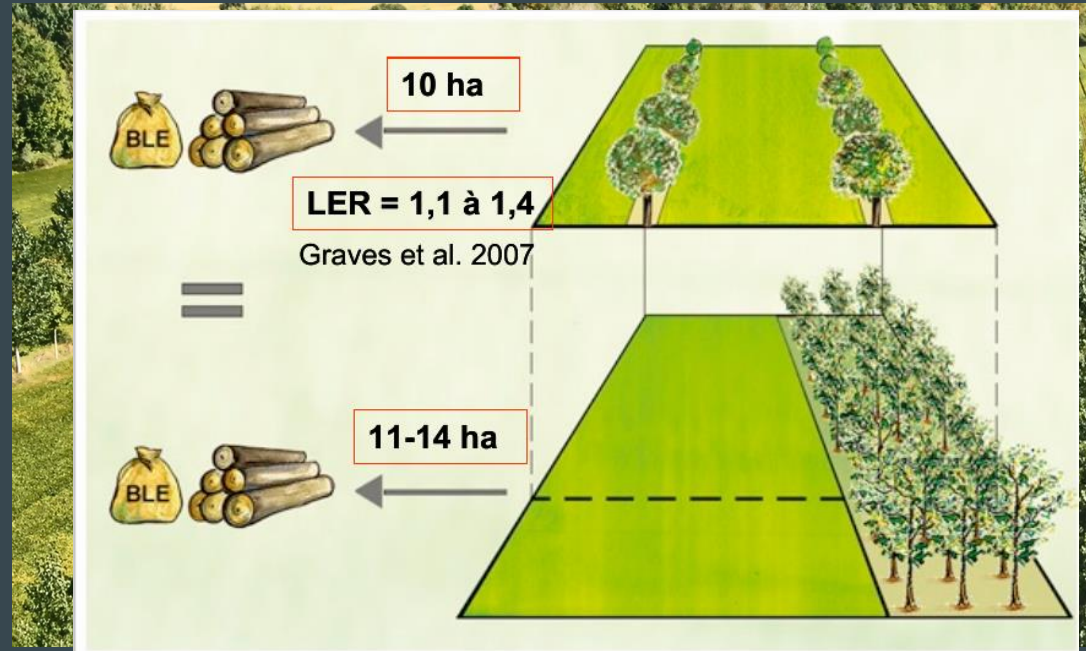
# Les haies riveraines ou bandes riveraines arborées



- Protection des cours d'eau
- Protection des berges
- Fonction brise-vent

# Les systèmes agroforestiers intercalaires (SAI)

- Diversifier les sources de revenus
- Fonction brise-vent
- Augmenter la productivité en combinant arbres et cultures



# Le sylvopastoralisme



- Sylvo- : du latin *silva* → forêt
- Combiner pâturages et production de produits forestiers (bois, noix, fruits, etc.)

# Portrait de l'agroforesterie au Canada et au Québec

**Saskatchewan** : 200 000 km de haies

**Québec** : Seulement 10 000 km

2700 km plantés entre 2002 et 2014  
(soit 2,7 m/ha)

**Provinces atlantiques** : 2000 km



# Les perceptions négatives et les freins à l'adoption

- Diminution du rendement
- Pertes d'espaces
- Difficultés d'entretien ou manque de temps
- Succès d'établissement mitigé des arbres
- Incompatibilité avec la régie et les infrastructures agricoles
  
- Manque d'information
- Manque de soutien technique et financier



# ... Et les motivations



- Protection des sols, des cultures et du bétail
- Résilience face aux changements climatiques
- Mieux conserver la neige (céréales d'hiver et luzerne)
- Rendre le paysage plus attrayant
- Inviter la nature chez soi

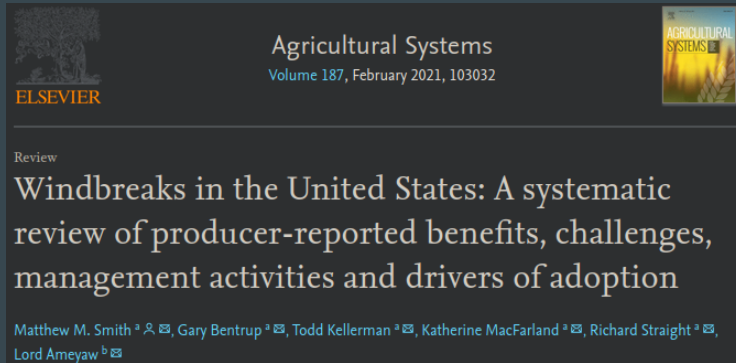


*Productivité :*  
Effets des arbres  
sur les cultures



# Brise-vent et rendement des cultures

## En climat tempéré



Culture	Nb d'années d'étude cumulées	Augmentation moyenne du rendement
Blé de printemps	190	8 %
Blé d'automne	146	22%
Orge	30	23 %
Avoine	48	6 %
Seigle	39	19 %
Millet	18	44 %
Maïs	209	12 %
Soya	42	16 %
Foin	14	20 %
Fraise	3	56 %
Framboise	2	27 %
Tomate	3	29 %

# Brise-vent et rendement des cultures

## Au Québec

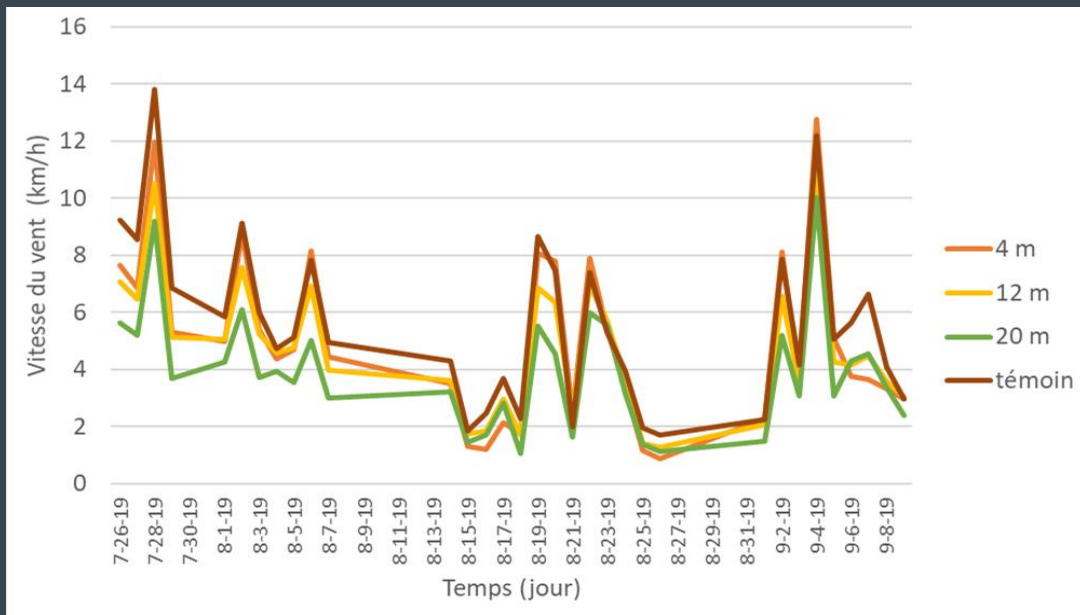
Auteur	Culture	Région	Augmentation du rendement
Hogue et Vigier 1980	Piment	Montréal	42 % sur 15 ha
Fortin 1986	Tomate	Montréal	14 % sur 30 ha
Vézina 1990	Fraise	Bas St-Laurent	20-100 % sur 10 ha
Bérubé 2002	Maïs	Montréal	6-9 % sur 15 ha
Rivest et Vézina 2015	Maïs	Montréal	0 % sur 20 ha
Vézina 2015	Maïs	Lac St-Jean	35% sur 17,5 ha
Rivest et al. 2020	Maïs	Centre-du-Québec	3% sur 14 ha
Vézina 2015	Foin	Lac St-Jean	27% sur 14 ha



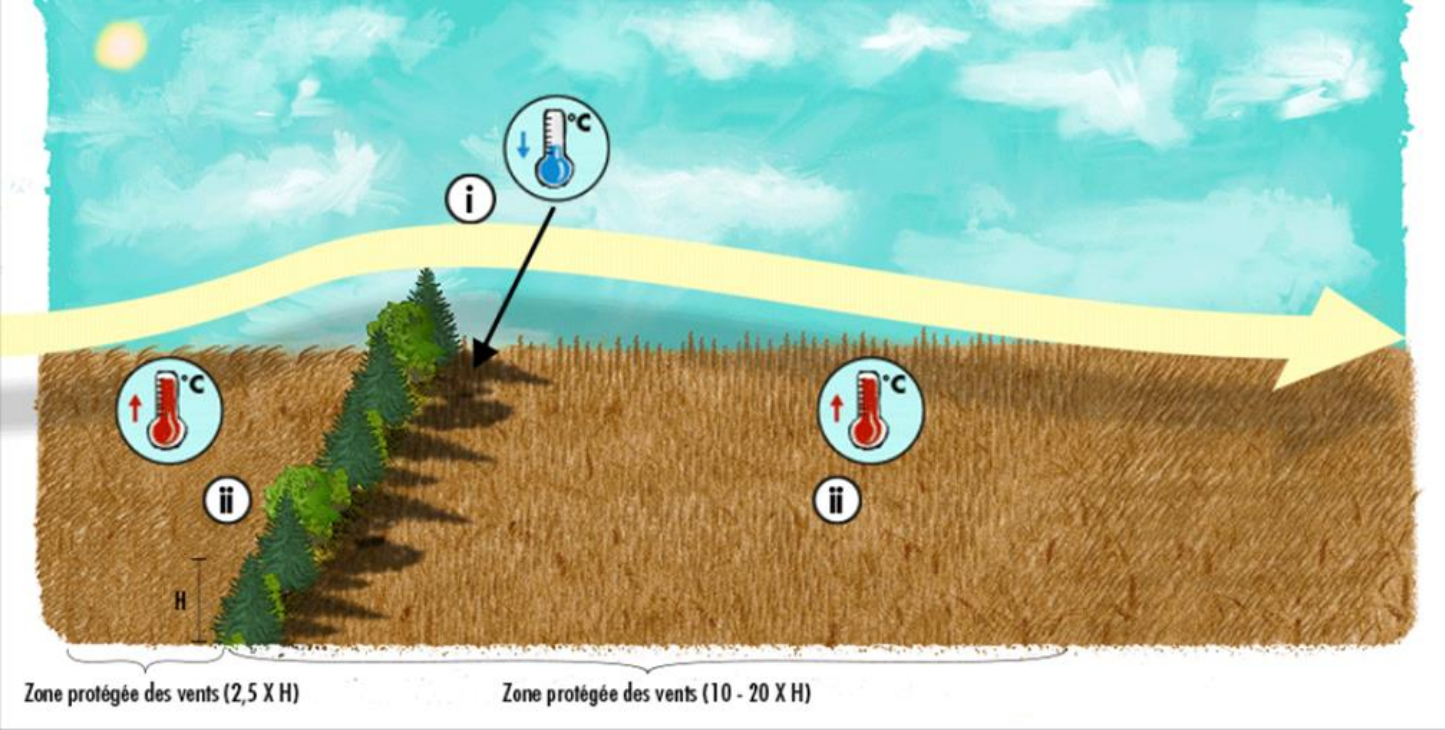
# Diminution de la vitesse du vent



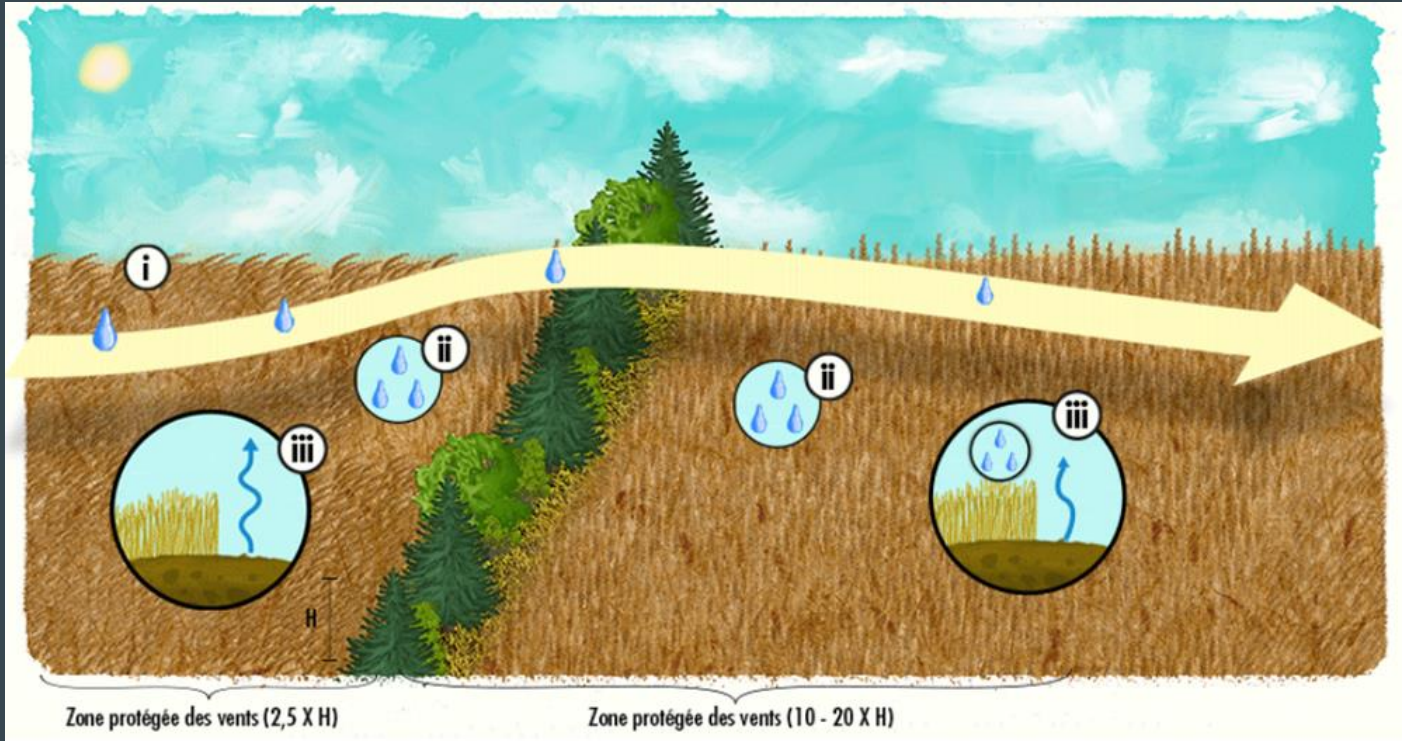
Jusqu'à **20 fois** la hauteur (H)  
des arbres !



# Hausse de la température de jour



# Hausse de l'humidité



# Autres effets de la protection contre le vent



- Diminution de l'action abrasive du vent (Norton, 1988)
- Diminution du risque de verse (Gagnon *et al.*, 2012)
- Facilitation de l'application de pesticides



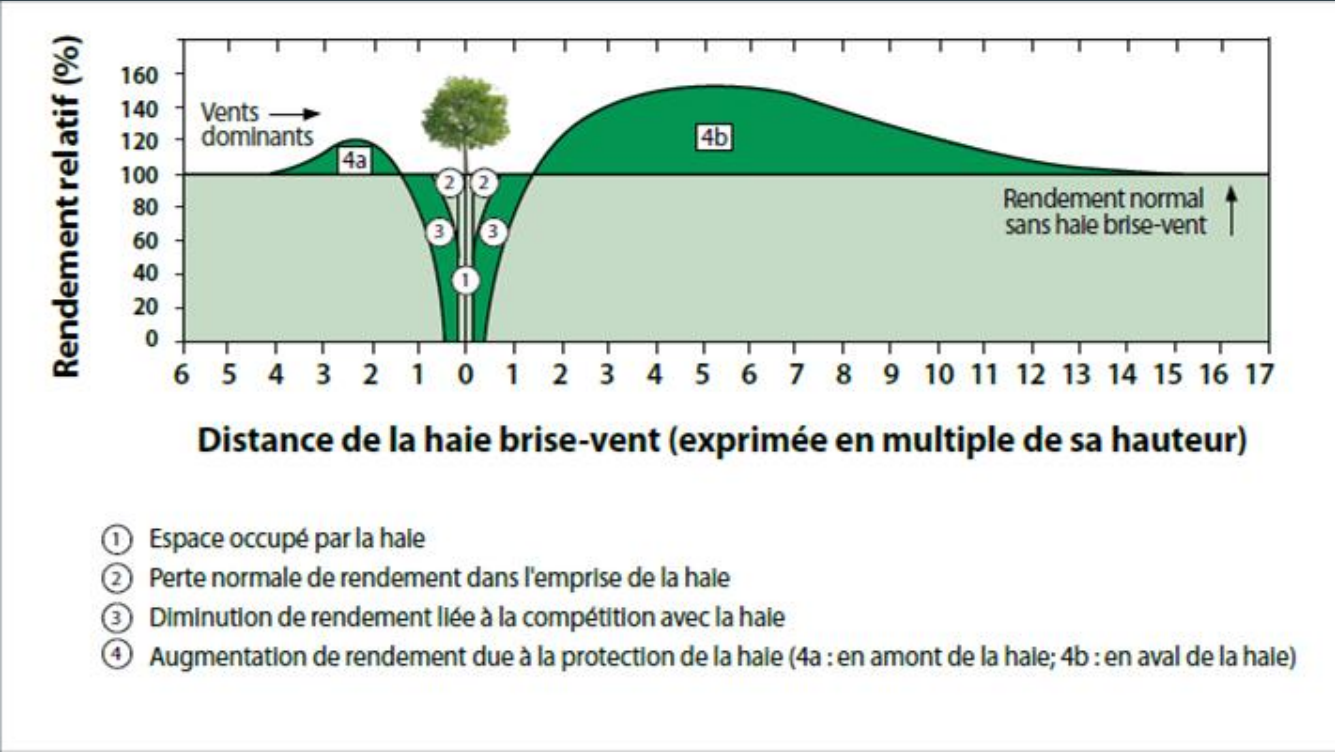


Schéma tiré du *Guide d'aménagement de systèmes agroforestiers*,  
Cogliastro, Vézina et Rivest, CRAAQ.  
Schéma adapté de Helmers et Brandle (2005)

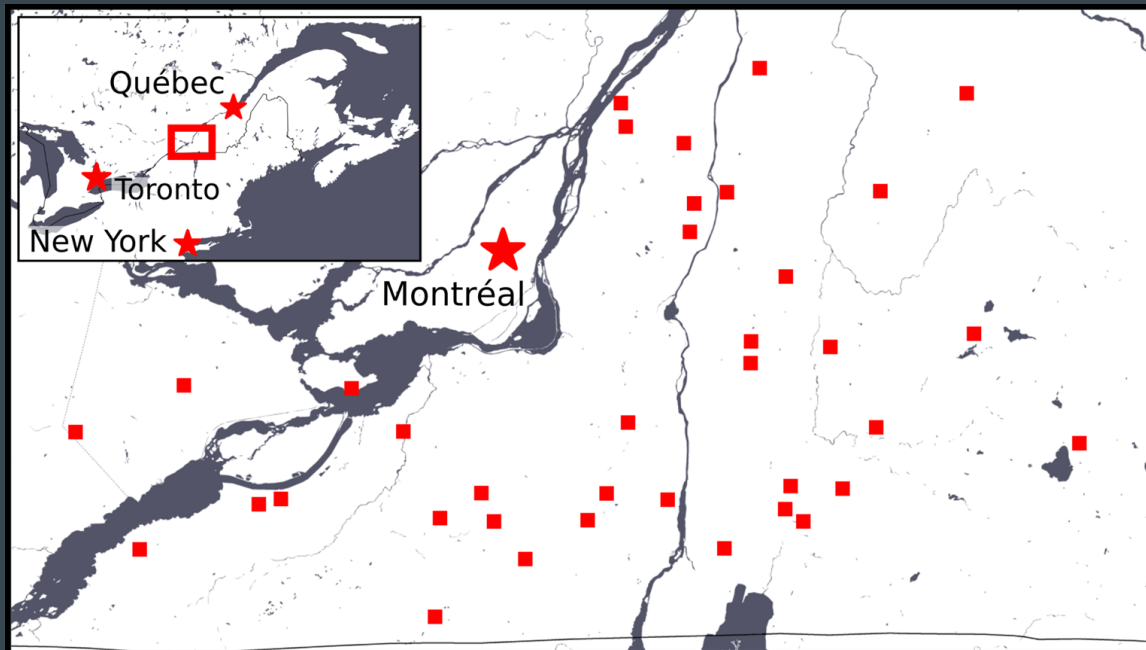
# Qu'en est-il de l'établissement des arbres ?

Taux de survie **global** de 86%

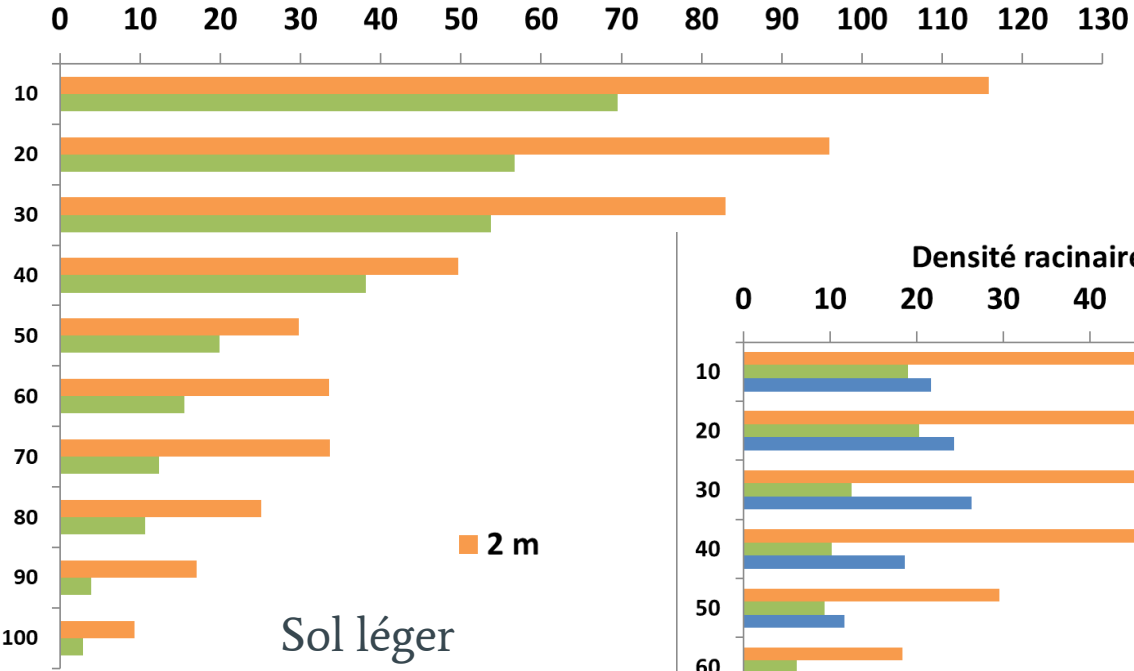
Taux de **croissance** :  
haies  $\geq$  plantations

Échantillonnage :

- 4300+ arbres
- 37 fermes
- 40 km de haies



Densité racinaire (nb de racine/0,1 m<sup>2</sup>)

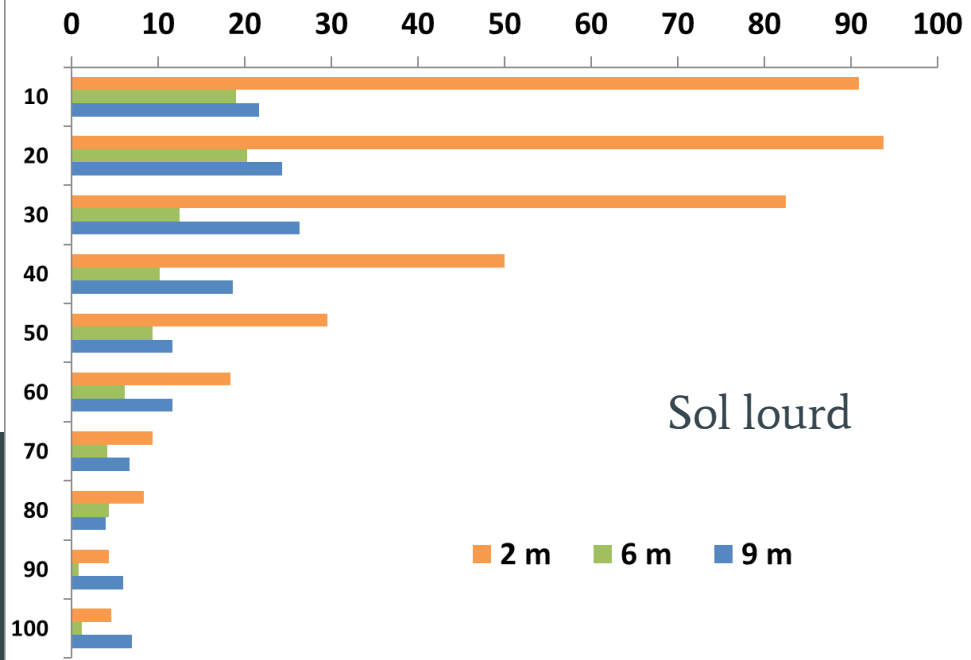


Sol léger

2 m



Densité racinaire (nb de racine/0,1 m<sup>2</sup>)



Sol lourd

2 m 6 m 9 m

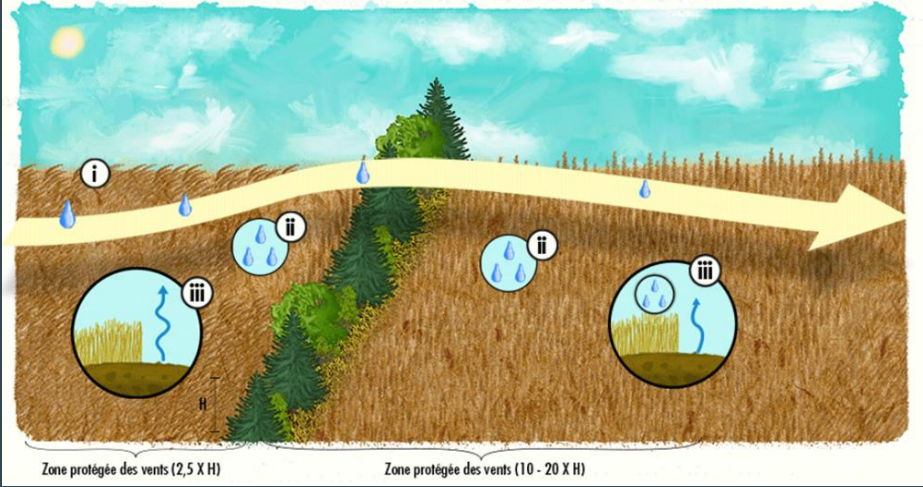
S ?



*Résilience:*  
Faire face au climat  
changeant et  
régénérer le sol



# Résilience face aux épisodes d'extrêmes climatiques



Sécheresses

Pluies intenses



Schéma tiré de *L'agroforesterie au service des sols et des cultures*, Catherine Richard, CRAAQ

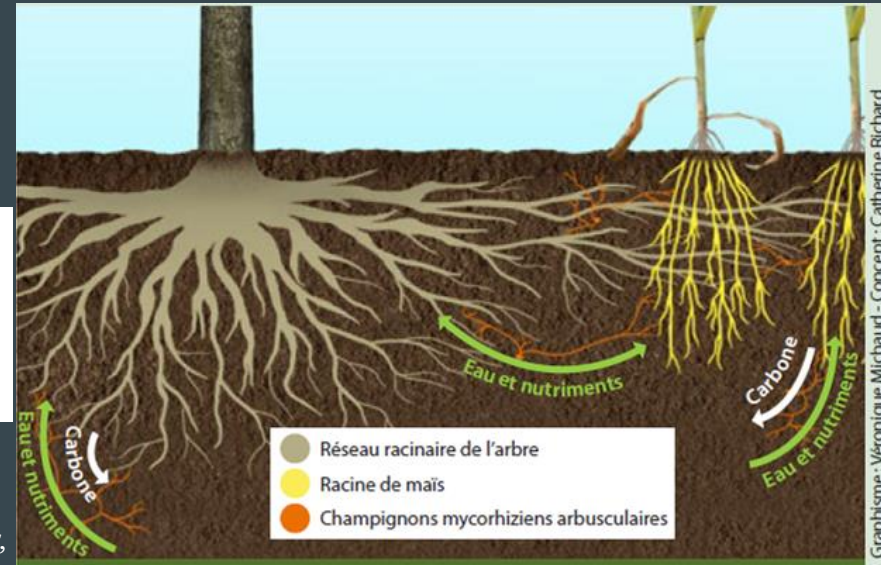
# Le recyclage des nutriments et le « filet de sécurité »

- Les **racines profondes** permettent d'aller puiser des nutriments et de l'eau hors de portée des cultures
- En perdant ses feuilles, l'arbre **ramène des nutriments** aux couches superficielles du sol (C, N, P)
- Le « filet de sécurité » retient mieux les intrants et l'eau

Safety-net role of tree roots: evidence from a pecan (*Carya illinoensis* K. Koch)–cotton (*Gossypium hirsutum* L.) alley cropping system in the southern United States

Sam C. Allen<sup>a,b</sup>, Shibu Jose<sup>c,\*</sup>, P.K.R. Nair<sup>a</sup>, Barry J. Brecke<sup>d</sup>,  
Peter Nkedi-Kizza<sup>b</sup>, Craig L. Ramsey<sup>c</sup>

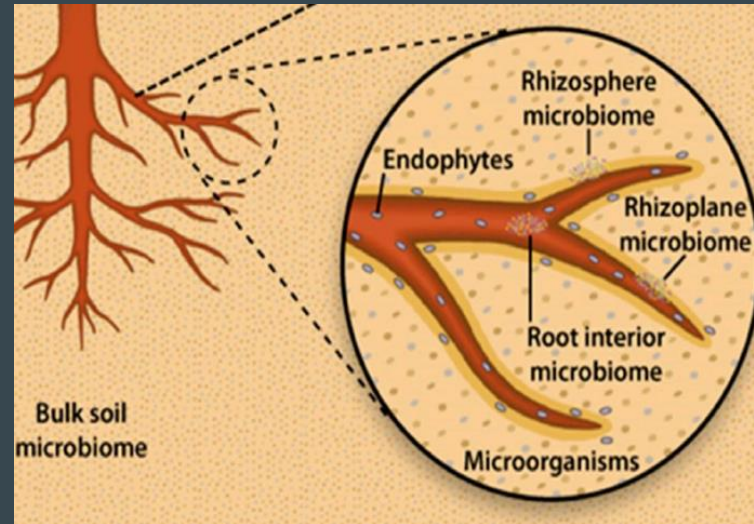
Schéma tiré de *L'agroforesterie au service des sols et des cultures*,  
Catherine Richard, CRAAQ



# Amélioration de la **santé du sol**

Plusieurs études menées au **Québec et en Ontario** ont montré que les arbres agroforestiers contribuent à accroître l'**abondance et la diversité** des organismes du sol (p. ex. : bactéries, champignons, microarthropodes) ayant un **rôle positif** sur la **santé globale des sols et la productivité des cultures agricoles**

(Price et Gordon, 1999 ; Chiffлот et al., 2009 ; Lacombe et al., 2009 ; Rivest et al., 2013; Doblás-Miranda et al., 2014).



# Plus grande abondance de **vers de terre**



À proximité des rangées d'arbres, en termes de :

- Biomasse
- Diversité

Photo tirée de *L'agroforesterie au service des sols et des cultures*,  
Catherine Richard, CRAAQ



# Couvert neigeux : **protection** des cultures



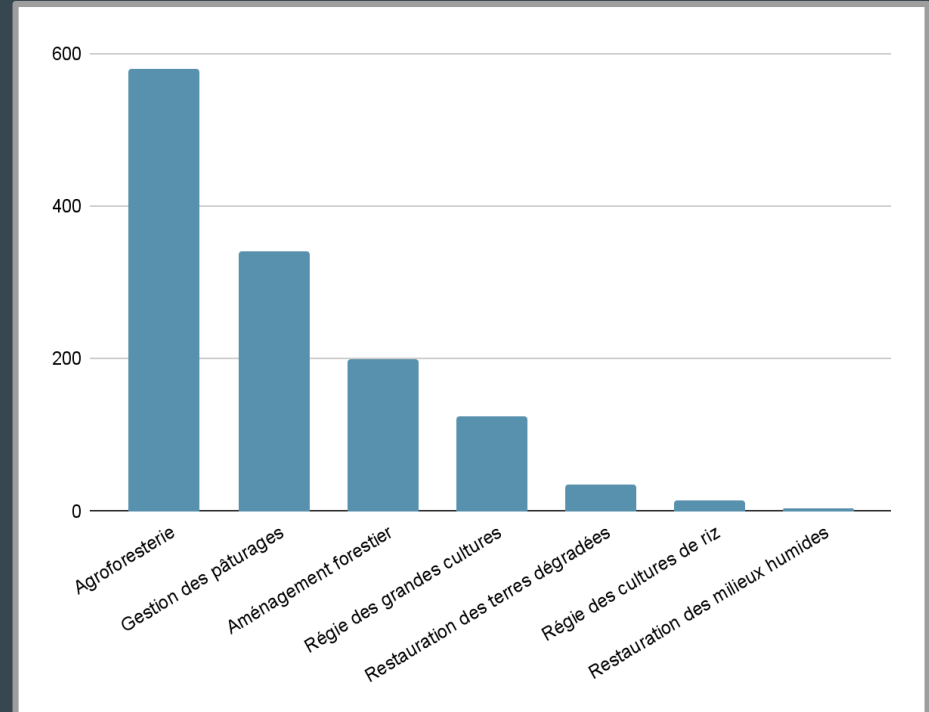
Au Québec, des augmentations de rendement en luzerne de **50 %** ont été mesurées certaines années dans la **zone protégée des haies**, notamment grâce à une plus grande conservation du couvert neigeux

(Vézina 2015).

# La séquestration de **carbone** dans les arbres

- Le CO<sub>2</sub> est le gaz à effet de serre (GES) le plus important
- En poussant, les arbres stockent du C atmosphérique
  - P. ex. : Au Québec, une haie riveraine de peupliers a séquestré **18 x plus** de C qu'une bande herbacée (Fortier et al., 2015)

Potentiel de séquestration du C en 2040 (Mégatonnes C / an)



# Sols: diminution des émissions et séquestration de gaz à effet de serre (GES)

- La présence d'arbres accentue la **stabilisation de C** dans les sols
- Un meilleur **recyclage des nutriments** diminue le relargage de certains GES dans l'atmosphère
  - P. ex. : Flux de  $N_2O$  **3 x inférieur** jusqu'à 7 m d'une haie comparativement au témoin dans un champ en monoculture de canola (Beaudette et al., 2010).

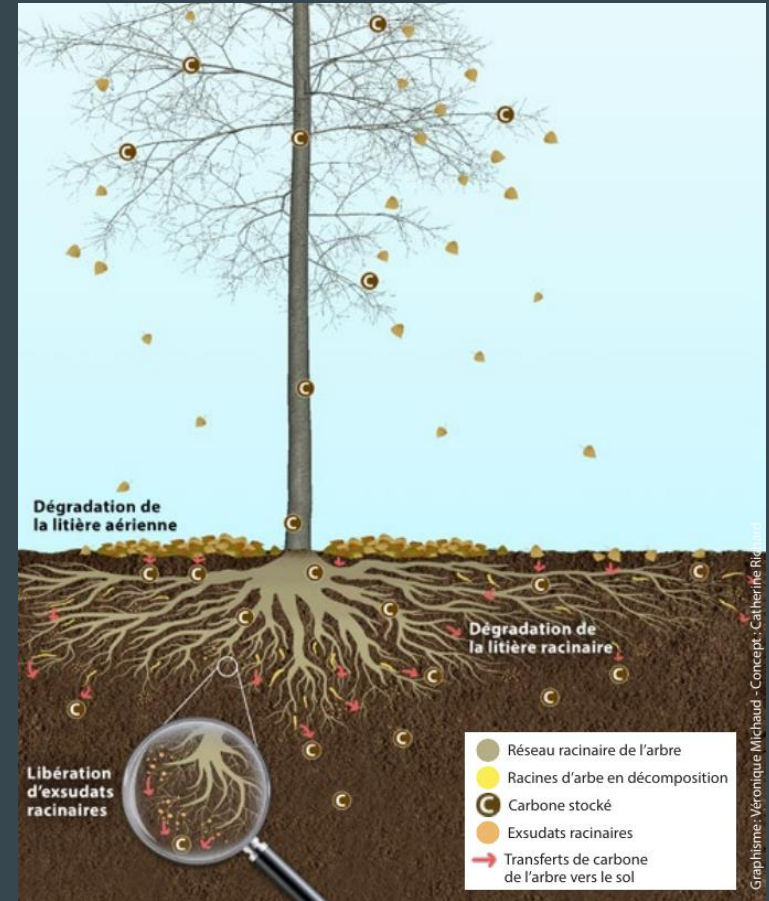
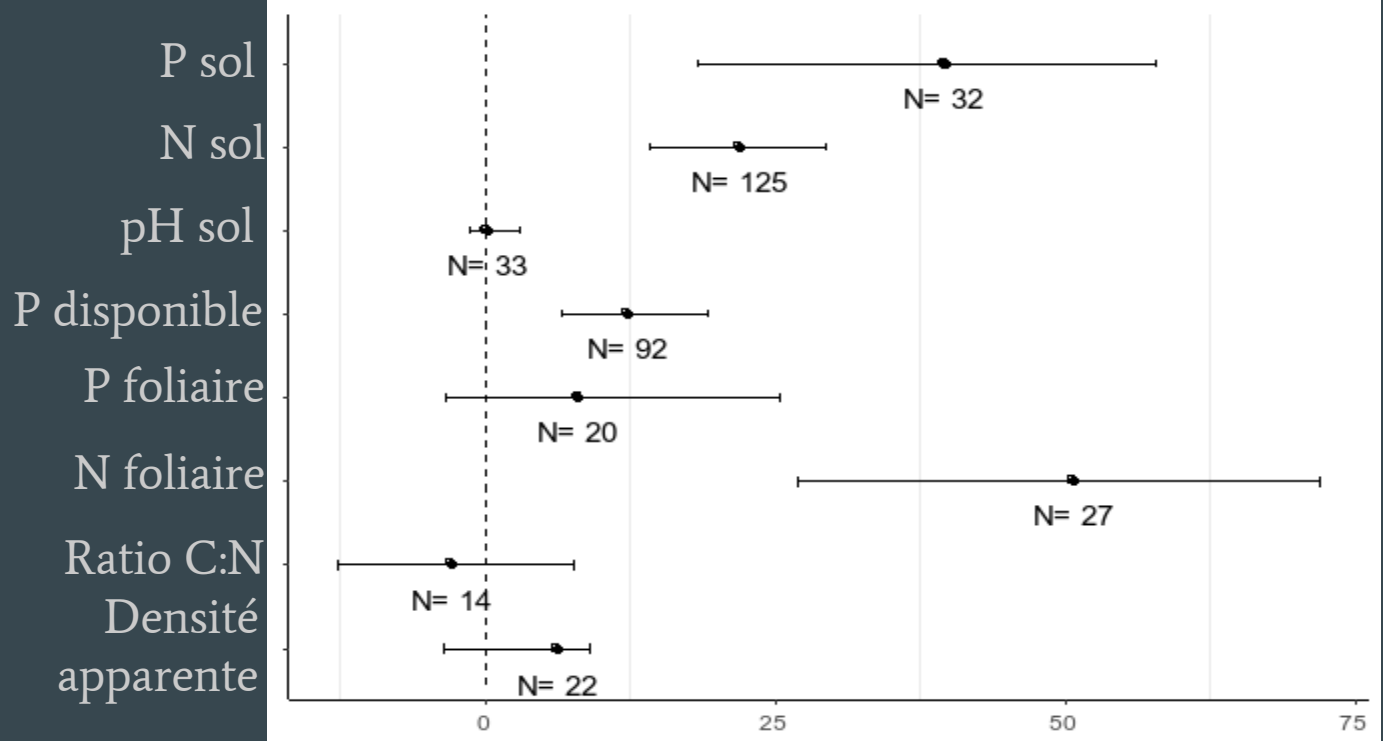


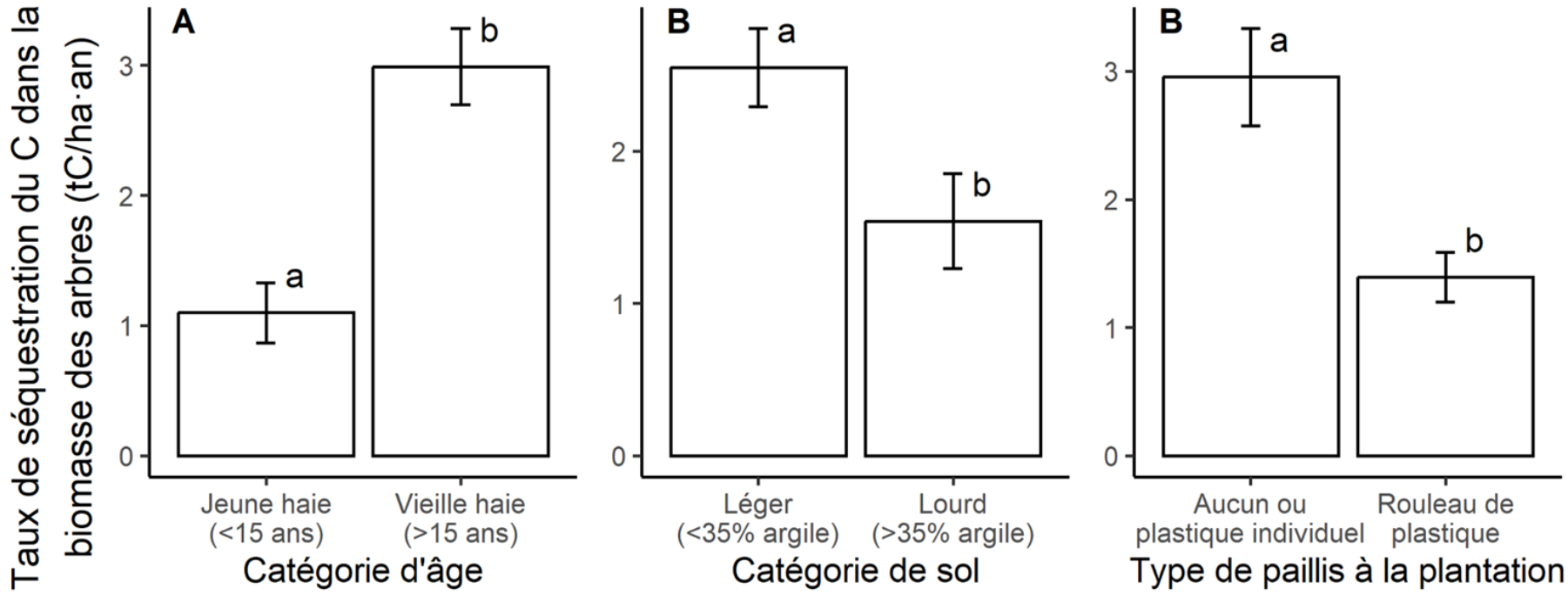
Schéma tiré de *L'agroforesterie au service des sols et des cultures*, Catherine Richard, CRAAQ

# Sols: effets globaux de l'agroforesterie



Effet bénéfique relatif de l'agroforesterie par rapport à l'agriculture conventionnelle (%)

# Séquestration de C dans les arbres



*Conservation:*  
L'agroforesterie au  
service de  
l'environnement



# Conservation des sols et de l'eau



- En 2019, La Presse rapportait qu'il y a une perte de **2 cm** de sols dans les terres noires chaque année
- Des haies riveraines comprenant des chênes de 8 à 12 ans ont **réduit de 35 %** la perte de sédiments des sols comparativement à une bande riveraine herbacée. (Udawatta et al., 2010)

# Préservation et restauration de la biodiversité

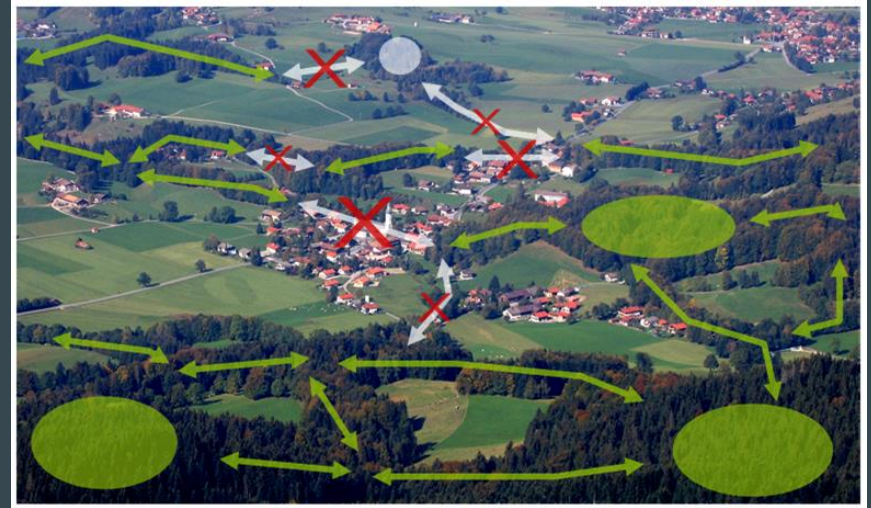


- Études réalisées au Québec: hausse de la diversité de plantes (Boutin et al. 2003), d'oiseaux (Deschênes et al. 2003), d'amphibiens et de petits mammifères (Maisonneuve et Rioux 2001).
- Protection des habitats aquatiques par les haies riveraines
- Favorisation de la biodiversité



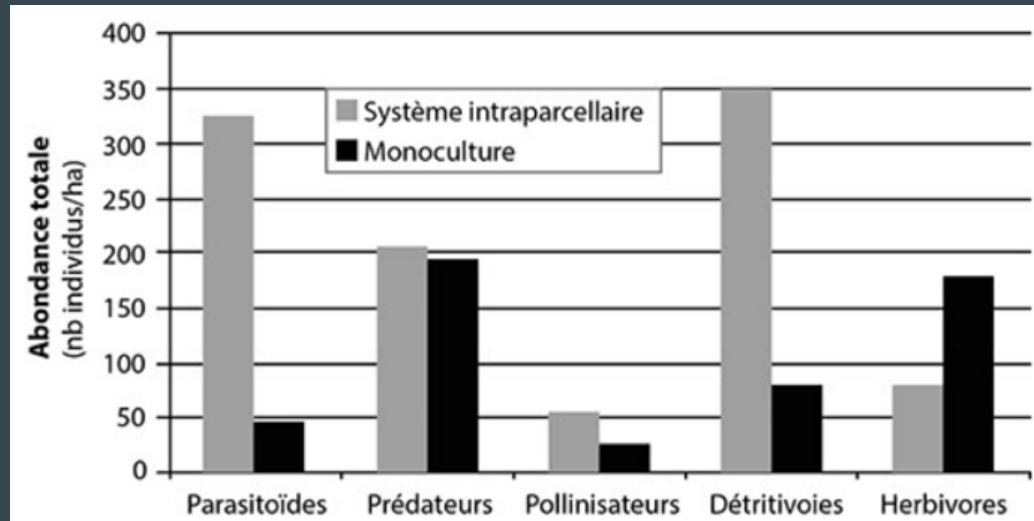
# Biodiversité : corridors écologiques

- Les haies agroforestières peuvent servir de corridors écologiques pour les animaux plus gros (Pelletier-Guittier et al., 2020).
- Les milieux naturels connectés sont en meilleure santé et hébergent plus d'espèces.



# Biodiversité : protection contre les ravageurs

- Favorisation de la **faune auxiliaire**
- Déplacements facilités des **insectes volants** (Epila 1988, Pasek 1988)
- Facilitation du vol de certains prédateurs comme les chauves-souris ou certains oiseaux (Dix et al. 1995).



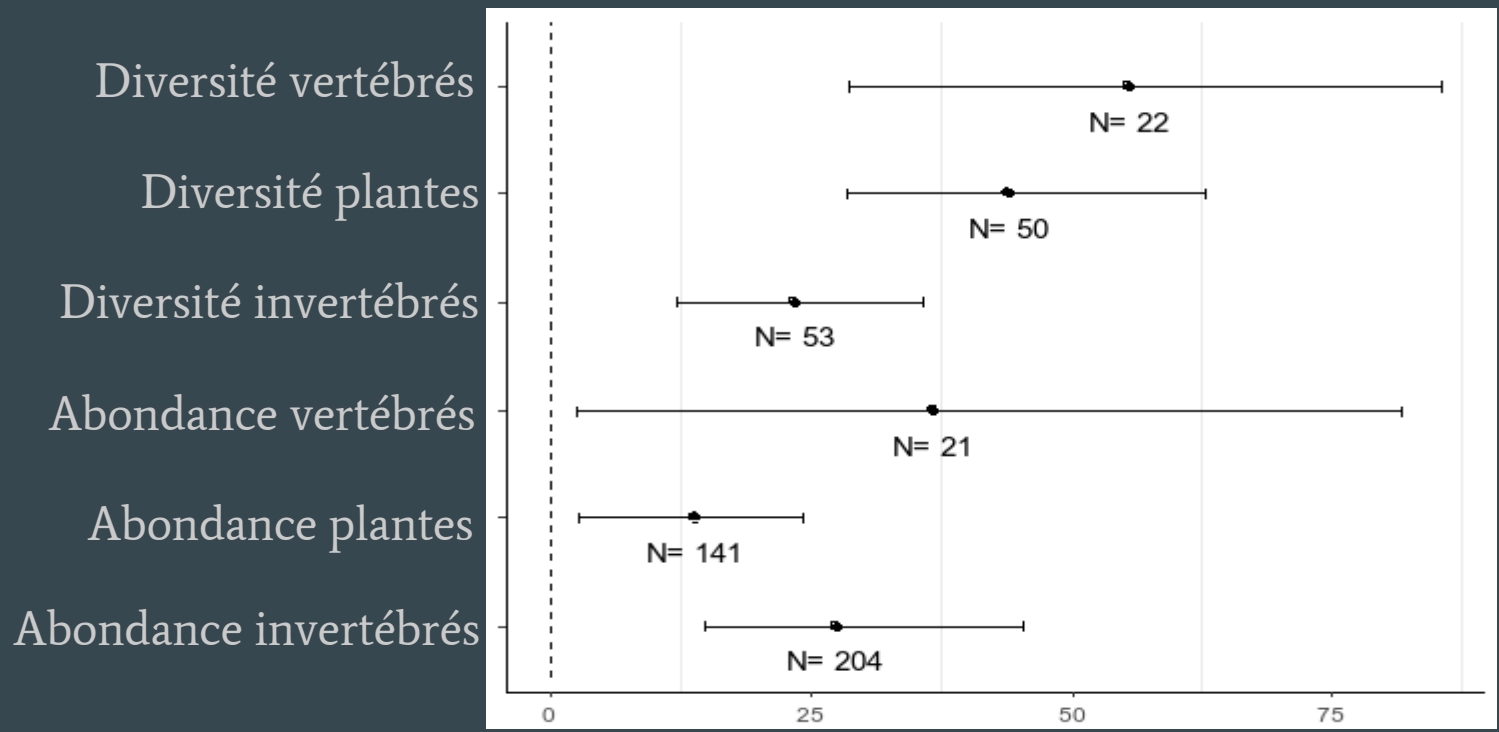
Étude en Ontario  
(Thevathasan et Gordon 2004)

# Biodiversité : amélioration de la **pollinisation**

- Les pollinisateurs bénéficient de l'humidité accrue dans la zone de protection.
- Les déplacements sont facilités dans la zone de protection.
- La réduction de la dérive des pesticides dans la zone protégée diminue les taux d'intoxication (Biopterre 2011).
- Le microclimat dans la zone protégée permettrait de prolonger la période de floraison dans les vergers (Norton 1988).
- Les plantes herbacées se développant naturellement dans les haies servent d'habitat et de nourriture aux pollinisateurs



# Biodiversité : effets globaux de l'agroforesterie



Effet bénéfique relatif de l'agroforesterie par rapport à l'agriculture conventionnelle (%)

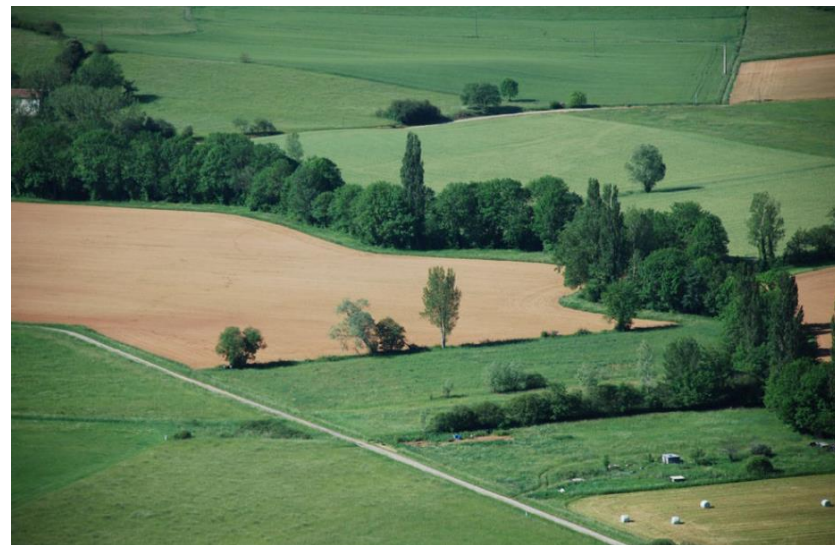
# Réseaux de haies : efficacité au niveau du paysage



Photo tirée de *L'agroforesterie au service des sols et des cultures*,  
Catherine Richard, CRAAQ

# Emplacements idéaux pour intégrer des haies

- Bandes riveraines !
  - Pourquoi ne pas y planter des arbres ?
- Perpendiculairement aux vents dominants
- Bords de chemins entre les parcelles
- Coulées



# Guide d'aménagement de SYSTÈMES AGROFORESTIERS



Alain Cogliastro, biologiste, a toujours eu un grand intérêt pour les arbres. Pendant plus de 30 ans, il a réalisé des travaux de recherche en sylviculture de plantation à des fins d'amélioration du fonctionnement des agroécosystèmes et de la restauration forestière. Il a publié de nombreux travaux de recherche et formé plusieurs étudiant(e)s sur l'effet environnemental des arbres et sur les facteurs qui assurent le succès des plantations.



André Vézina contribue au développement de l'agroforesterie au Québec depuis 1985. À ce jour, il a réalisé une centaine de publications et d'exposés, supervisé près de 1 000 projets de plantation et collaboré à plusieurs études scientifiques sur le sujet.



David Rivest est professeur à l'Université du Québec en Outaouais. Il y enseigne notamment l'agroforesterie et la science des sols. Ses recherches s'intéressent à l'étude des interactions entre les arbres, les cultures et les sols dans les systèmes agroforestiers.

Photo : UQO



Centre de référence  
Agroforesterie agroalimentaire  
du Québec

Ce guide fournit un ensemble d'informations visant à promouvoir et à faciliter la conception et l'aménagement de différents systèmes agroforestiers susceptibles d'être adoptés avec succès dans toutes les régions agricoles du Québec. Les producteurs, conseillers et aménagistes du territoire y trouveront une synthèse des connaissances scientifiques les plus à jour sur les fondements de l'agroforesterie et ses multiples services écosystémiques ainsi qu'un large éventail de modèles d'aménagements agroforestiers spécifiques aux haies brise-vent, aux bandes riveraines, aux systèmes agroforestiers intercalaires et au sylvopastoralisme. Les principales caractéristiques écologiques de plusieurs dizaines d'espèces d'arbres et d'arbustes sont présentées pour faciliter le choix en fonction des conditions locales et des objectifs visés. Les travaux essentiels au succès de la mise en place des systèmes agroforestiers sont décrits, de la planification et la mise en terre jusqu'aux tâches d'entretien subséquentes.

L'agroforesterie s'inscrit pleinement dans la transition vers des pratiques agricoles adaptées aux enjeux actuels. Elle compte parmi les plus importantes mesures agroenvironnementales au vu de ses nombreux bénéfices. Les systèmes agroforestiers peuvent répondre à des enjeux très locaux comme l'érosion des sols et la protection des milieux riverains tout en offrant des solutions à plus grande échelle, comme la gestion de l'eau par bassins versants et la connectivité écologique du paysage. Et s'il y a nécessité d'une plus grande présence des arbres, il y a aussi le plaisir et la satisfaction de les voir grandir. Bonnes plantations et que l'agroforesterie s'épanouisse au Québec!

Tableau 3. Modèles de haies pour la protection des cultures et des sols

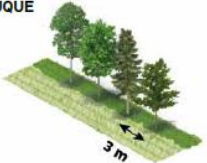





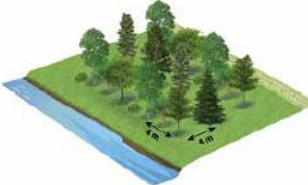


Modèle de haie	Schéma de plantation	Remarques
1 rangée d'arbres feuillus espacés de 3 m	<b>LE CADUQUE</b> 	Modèle apprécié des producteurs de foin et de céréales. On peut alterner des arbres à cime large, comme les chênes, les caryers ou les érables, avec des arbres à cime étroite ou intermédiaire, comme le mélèze laricin, le bouleau blanc ou le micocoulier.
1 rangée d'arbres et d'arbustes espacés de 2 m	<b>LE MULTISTRATE</b> 	On peut insérer des arbustes entre les feuillus pour une production de petits fruits ou pour augmenter la diversité et pour attirer des insectes pollinisateurs. De plus, les arbustes assurent une réduction du vent à la suite de l'élagage des branches du bas des arbres.
1 rangée d'arbres feuillus et d'arbres à feuilles persistantes espacés de 3 m	<b>LE MIXTE</b> 	Modèle qui fonctionne mieux avec des feuillus à cime étroite. Il permet d'introduire de la diversité. Dans les régions où le chevreuil abonde, la plantation d'épinettes blanches permet de réduire les coûts de protection contre ce cervidé.
1 rangée d'arbres à feuilles persistantes espacés de 3 m	<b>LE PERSISTANT</b> 	Ce modèle peut être intéressant si la culture nécessite une protection hivernale ou pour la réduction de la dérive. On peut aussi l'employer si l'accumulation de neige ne pose pas de problème. Placé au nord de la parcelle, il peut créer un écran thermique favorable à la croissance de plantes exigeant plus de chaleur.
1 rangée d'arbustes espacés de 2 m	<b>L'ARBUSTIF</b> 	Ce modèle est intéressant pour la protection de petites parcelles, pour la production de petits fruits ou de biomasse ou pour attirer des insectes pollinisateurs.

Tableau 4. Modèles de haies en bandes riveraines élargies

Modèle de haie	Schéma de plantation	Remarques
Rang 1 : Arbres décidus Rang 2 : Peupliers hybrides Rang 3 : Arbres décidus et à feuilles persistantes	<b>LE FORESTIER</b> 	Bon système pour séquestrer du CO <sub>2</sub> . Protection très rapide offerte par les peupliers. Après la coupe de peupliers au bout de 15 à 20 ans, les arbres des deux autres rangées auront suffisamment d'espace pour continuer à bien se développer.
Rang 1 : Arbres décidus et arbustes Rang 2 : Conifères à feuilles persistantes et décidus Rang 3 : Arbres décidus et arbustes	<b>LE FORESTIER AVEC ARBUSTES</b> 	L'introduction d'arbustes entre les feuillus permet d'accroître la biodiversité et de favoriser l'élagage naturel des feuillus. La rangée du centre est composée de conifères.
Plusieurs rangées rapprochées d'arbustes	<b>L'ARBUSTIF</b> 	Ce modèle peut être intéressant pour la production de petits fruits comestibles. L'insertion d'arbustes avec des floraisons réparties sur l'ensemble de la saison de végétation peut contribuer au maintien des insectes pollinisateurs. On peut aussi utiliser les saules arbustifs à croissance rapide si on désire une production de bois raméal.
Rang 1 : Arbres décidus et à feuilles persistantes Rang 2 : Arbres décidus et à feuilles persistantes Rang 3 : Arbres feuillus et arbustes Rangs 4 et 5 : Arbustes + Bande herbacée	<b>L'ÉCOLO PLUS</b> 	Cette bande riveraine, qui occupe une largeur de 20 m, remplit la majorité des fonctions environnementales attendues d'une bande riveraine.



# *Il y a de l'engouement !*

- Adoption et financement
- Science et recherche



# Activités à venir !

- Formation du CRAAQ dans environ 1 an :  
le rôle de l'agroforesterie dans l'atténuation et l'adaptation liées  
aux changements climatiques
- **Caravane agroforestière** : l'été prochain en Montérégie
- Document de synthèse des connaissances  
*L'agroforesterie au service des sols  
et des cultures* sur le site du CRAAQ (gratuit !)



# En bref

- Amélioration du rendement des cultures (surtout lors d'étés secs)
- Protection cultures, bétail et bâtiments

- Opportunités de diversification des productions
- Diminution des coûts de chauffage et de climatisation

- Résilience face aux changements climatiques
- Lutte aux changements climatiques directement
- Préservation et favorisation de la biodiversité
- Amélioration de la qualité de l'environnement (sols, eau)

- Protection contre le bruit et les odeurs
- Bonification esthétique du paysage agricole
- Offre de services écosystémiques coûteux à la société
  - Une plus grande considération de ces avantages dans les programmes de financement permettrait de dynamiser l'adoption de l'agroforesterie à plus grande échelle.

