

## **Développement de systèmes agroforestiers intercalaires de deuxième génération : rendements des cultures et succès d'établissement des arbres**

**David Rivest, Maxime Carrier, Félix-Antoine Rhéaume-Gonzalez,  
Alain Cogliastro, Alain Olivier et Anne Vanasse**

**No de projet : IA215350**

**Durée : 06/2015 – 01/2018**

### **FAITS SAILLANTS**

Diverses recherches récentes menées au Québec, en Ontario et dans d'autres régions tempérées ont permis de démontrer que les systèmes agroforestiers intercalaires (SAI) peuvent répondre à plusieurs enjeux de l'agroécosystème, dont la conservation des sols, la biodiversité, la qualité de l'eau, l'adaptation et la lutte aux changements climatiques, ainsi que l'attractivité des territoires ruraux. Depuis le début des années 2010, plusieurs sites expérimentaux sur des SAI améliorés, dits de « deuxième génération », ont été implantés chez divers producteurs agricoles du Québec, dans un contexte de production intensive de grandes cultures.

De plus larges écartements (25-40 m) entre les rangées d'arbres y sont adoptés pour limiter la compétition arbre-culture pour les ressources et optimiser les rendements des cultures et la rentabilité des systèmes. Cette étude visait à déterminer l'impact de divers SAI de deuxième génération sur la disponibilité de la lumière, les propriétés chimiques des sols, le taux d'envahissement des cultures par des mauvaises herbes, la production agricole et le succès d'établissement des arbres. Suite à deux années d'échantillonnage (2016 et 2017) dans sept SAI expérimentaux de deuxième génération, une réduction du rendement intégré des cultures dans les allées cultivées (toutes les distances combinées) du SAI n'a été mesurée que sur un seul site, en 2016. Ainsi, des rendements satisfaisants ont été mesurés dans les SAI expérimentaux, généralement équivalents à ceux mesurés dans des champs témoins dépourvus d'arbres.

Ces rendements en SAI de deuxième génération semblent donc davantage prometteurs que ceux obtenus dans des SAI de première génération. Le succès d'établissement des arbres cinq ans après plantation, évalué sur un site, variait selon les espèces et le type de plants mis en terre. Les connaissances actuellement disponibles permettent d'envisager le déploiement de SAI bien adaptés à la réalité des producteurs de grandes cultures, bien que des recherches supplémentaires demeurent nécessaires afin d'optimiser le potentiel de production des SAI et leur rentabilité.

### **OBJECTIF(S) ET MÉTHODOLOGIE**

L'objectif de la présente étude était d'analyser la variation des propriétés chimiques des sols, de la disponibilité de la lumière, de l'humidité des sols, du taux d'envahissement des cultures annuelles par les mauvaises herbes et des composantes du rendement de différentes cultures agricoles dans des SAI de deuxième génération. Ces variables ont été mesurées dans des parcelles agricoles témoins (sans arbre) et dans les allées cultivées en SAI, à quatre distances de la rangée d'arbres. L'étude a été réalisée en 2016 et 2017 sur sept sites expérimentaux (3 à 21 ans) implantés de la Montérégie jusqu'au Bas-St-Laurent. Les sites intégraient différentes cultures annuelles (maïs, soya, haricot noir, blé) ou des cultures fourragères. Les écartements entre les rangs d'arbres variaient entre 25 et 90 m. Sur un des sites, nous avons aussi mesuré

le succès d'établissement, cinq ans après plantation, de six espèces de feuillus nobles, de quatre clones de peupliers hybrides et de deux régies de plantation : 1) plant de 3 ans à racines nues avec protecteur contre les cerfs de Virginie, et 2) plant de 6 ans en mottes emballées sans protecteur.

## RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR L'INDUSTRIE

Les résultats ont montré, de façon générale, des rendements totaux (toutes distances combinées) des cultures dans les allées cultivées équivalents à ceux dans des champs témoins dépourvus d'arbres. Par contre, des pertes de rendement du haricot noir (site de St-André en 2016), du soya (Ste-Brigide en 2016) et du maïs (St-Télésphore en 2016) ont été observées dans une étroite zone de culture située à proximité des rangées d'arbres ( $\frac{1}{2}H$ , où H = hauteur des arbres).

Ces pertes de rendement étaient associées à une diminution de la lumière disponible, à une augmentation du taux d'envahissement de la culture par des mauvaises herbes, ou une combinaison de ces deux facteurs. Deux mécanismes peuvent expliquer l'augmentation du taux d'envahissement des mauvaises herbes dans les SAI comparativement aux témoins agricoles. D'une part, la bande non cultivée sous les arbres peut agir comme réservoir de mauvaises herbes qui sont appelées à retourner dans les allées cultivées adjacentes. D'autre part, il est possible que la complexification des déplacements en SAI résulte en des épandages d'herbicides moins uniformes et moins efficaces que dans des systèmes agricoles conventionnels.

En aucun cas, l'humidité du sol et les propriétés chimiques du sol n'étaient corrélées avec le rendement des cultures et ses composantes. Ces résultats suggèrent que la concurrence entre les arbres et la culture pour les ressources du sol était peu importante sur nos sites expérimentaux pendant notre étude. Ils supportent ensuite l'hypothèse que dans les SAI implantés au Québec, où les précipitations sont généralement fréquentes et abondantes, la productivité des cultures est principalement limitée par la compétition pour la lumière.

Ces résultats supportent aussi l'hypothèse que les cultures fourragères sont moins sensibles que les cultures annuelles, en particulier le maïs, face aux changements des conditions environnementales apportées par les SAI. Aucun effet significatif des SAI sur les propriétés chimiques des sols (pH, N total, C total, P extractible, capacité d'échange cationique) n'a été observé sur les deux sites dont les sols ont été échantillonnés. Sur le site de Baie-du-Febvre, il est probable que cette absence d'effet soit attribuable à des apports limités des jeunes arbres en matière organique. Sur le site de Ste-Brigide, où les arbres avaient 21 ans, l'absence d'effet de la distance de la culture par rapport à la rangée d'arbres sur les propriétés chimiques des sols demeure inattendue, bien que cela n'indique pas nécessairement que le SAI n'a pas eu d'effet significatif sur la fertilité du sol.

En effet, avec l'absence de témoins agricoles sur ce site, nous sommes dans l'impossibilité de tirer une telle conclusion. La limitation de notre étude résultant de l'absence de témoins agricoles répétés sur certains sites ainsi que de certains facteurs confondants générés par les activités des producteurs agricoles (e.g. application hétérogène des intrants) confirme la grande complexité de l'expérimentation des SAI qui a été soulignée par d'autres chercheurs ailleurs dans le monde.

Sur le site de Baie-du-Febvre, cinq ans après plantation, la hauteur moyenne des feuillus nobles était de 4 m et celle des peupliers hybrides de 8 m. La hauteur des feuillus nobles, cinq ans après plantation, différait peu entre les six espèces testées. Par contre, le taux de survie de l'érable à sucre (33 %) et du caryer ovale (56 %) était inférieur à celui du noyer noir, du chêne rouge, du chêne à gros fruit et du chêne bicolore (65-90 %). La survie et la croissance des

plants de 6 ans sans protecteur étaient supérieures à celles des plants de 3 ans avec protecteur. Le ratio coûts de plantation/volume de bois produit était le plus faible pour les plants de 6 ans.

### **APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET/OU SUIVI À DONNER**

Les résultats de ce projet ainsi que ceux d'autres travaux antérieurs permettent d'envisager un développement à plus grande échelle de SAI de deuxième génération qui sont bien adaptés à la réalité des producteurs de grandes cultures.

Des recherches supplémentaires sont toutefois nécessaires afin d'optimiser le potentiel de production des SAI et leur rentabilité. Par exemple, des efforts de recherche doivent être orientés vers la sélection de variétés de plantes agricoles tolérant bien un ombrage modéré. Il faudrait aussi déterminer les meilleures options techniques pour favoriser une meilleure gestion des mauvaises herbes dans les SAI, autant dans les bandes non cultivées sous les rangées d'arbres que dans les allées cultivées. Des recherches futures seraient nécessaires pour vérifier dans quelle mesure la production agricole en SAI et les interactions entre les arbres et les cultures peuvent être modulées par le stade évolutif des arbres et la variation des conditions climatiques. Enfin, il semble que l'utilisation de plants d'arbre de gros calibre constitue une technique à privilégier pour augmenter le succès d'établissement des SAI, notamment sur les sites affectés par la présence du cerf de Virginie.

### **POINT DE CONTACT POUR INFORMATION**

Nom du responsable du projet : David Rivest  
Téléphone : 819-595-3900 Poste 2937  
Courriel : [david.rivest@uqo.ca](mailto:david.rivest@uqo.ca)

### **REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS**

Ces travaux ont été réalisés grâce à une aide financière du Programme de soutien à l'innovation en agroalimentaire, un programme issu de l'accord du cadre Cultivons l'avenir conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation et Agriculture et Agroalimentaire Canada. Des remerciements sincères sont adressés aux producteurs agricoles et propriétaires qui ont participé aux projets expérimentaux réalisés sur leurs propriétés.