

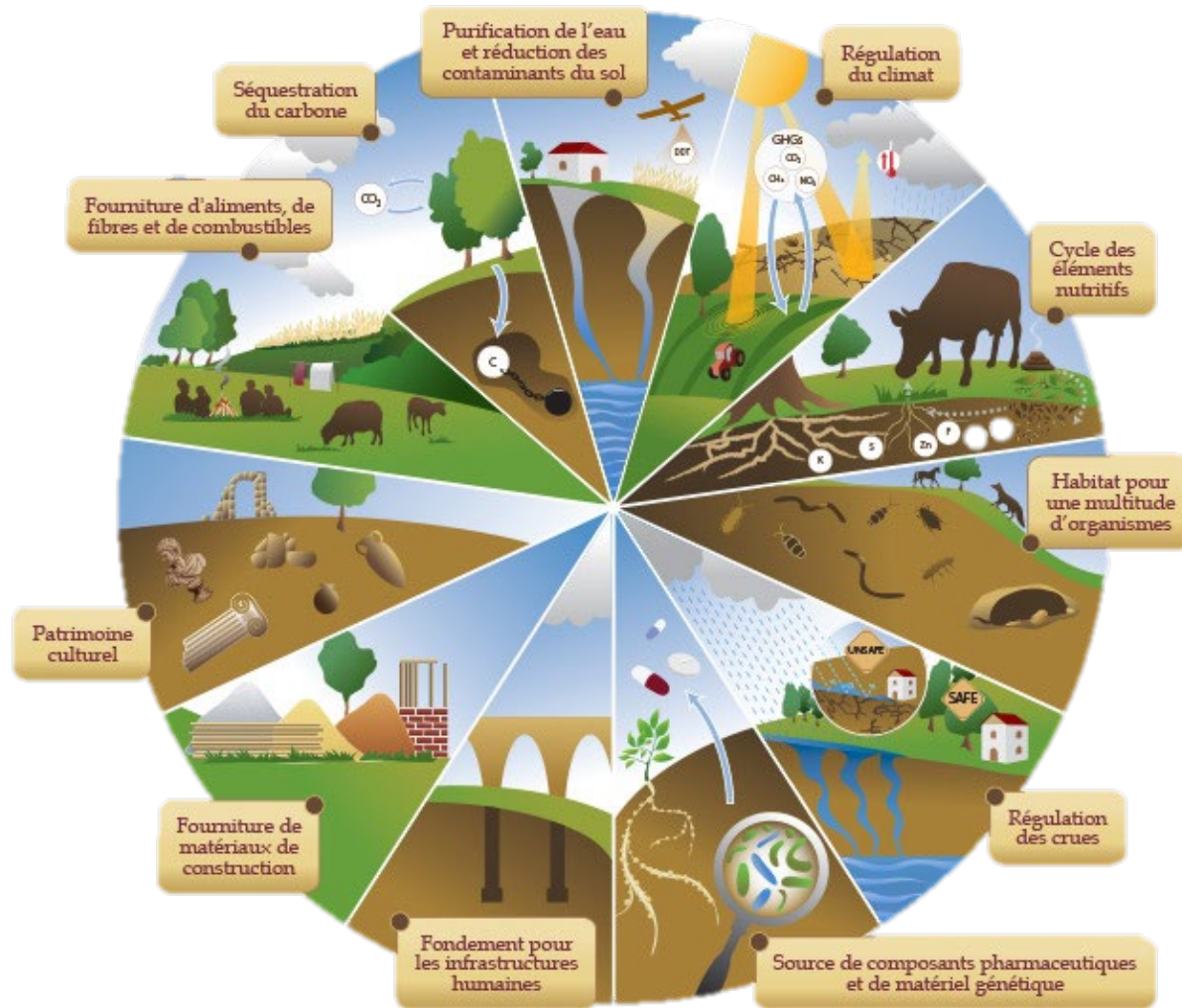


SÉQUESTRER DU CARBONE DANS LES SOLS AGRICOLES :
UNE SOLUTION SIMPLE DANS LA LUTTE
ET L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES?

Marie-Élise Samson agr. Ph D
Professeure adjointe, Université Laval



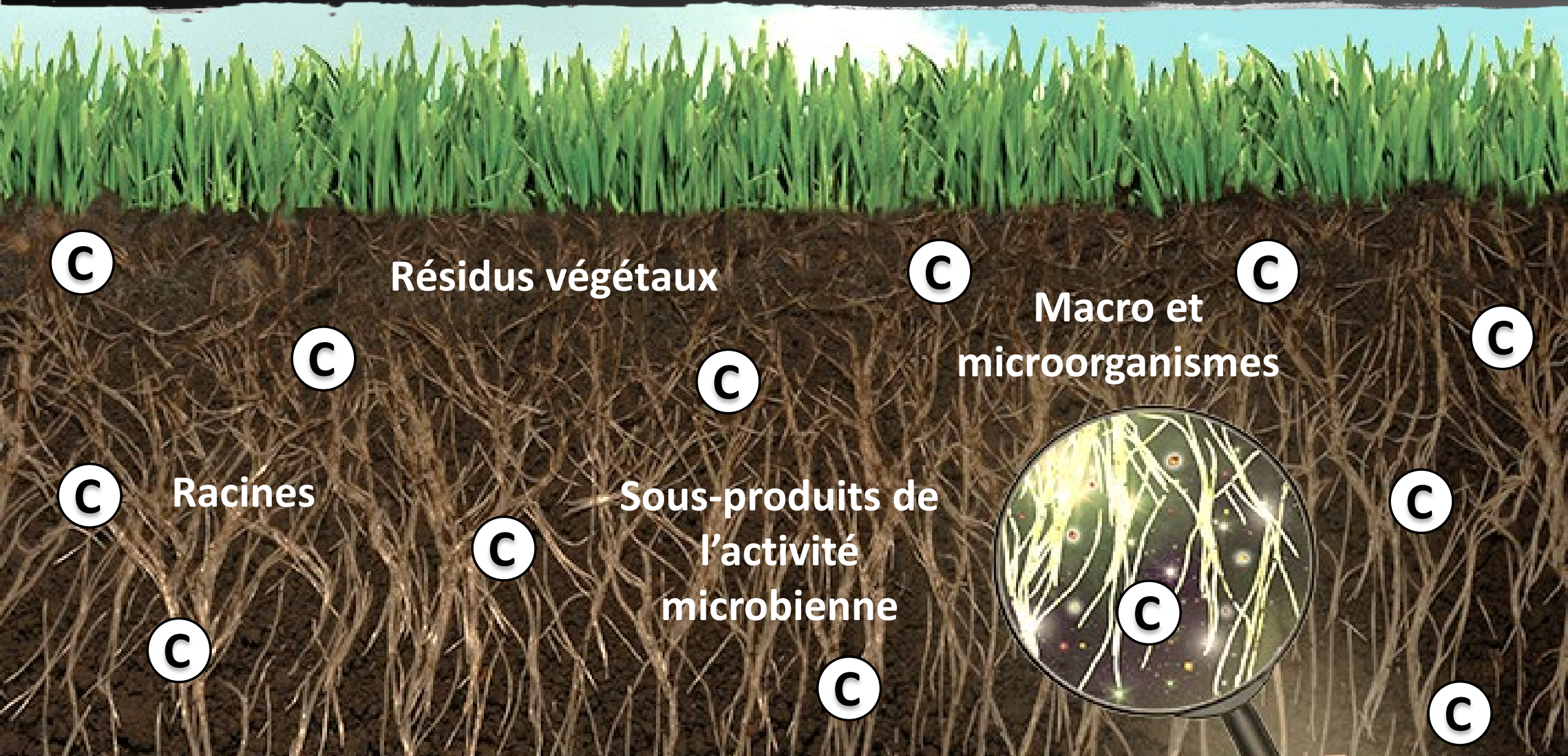
L'importance des sols



Services rendus par les sols...

- Production de nourriture et de fibres (plus de 95% de ce que nous mangeons vient des sols)
- Régulation du cycle de l'eau (sécheresses et inondations)
- Biodiversité (plus de microorganismes dans 5ml de sol que d'humains sur la planète)
- Régulation du climat (peut agir comme puits ou comme source de carbone atmosphérique)

Matière organique des sols = carbone!



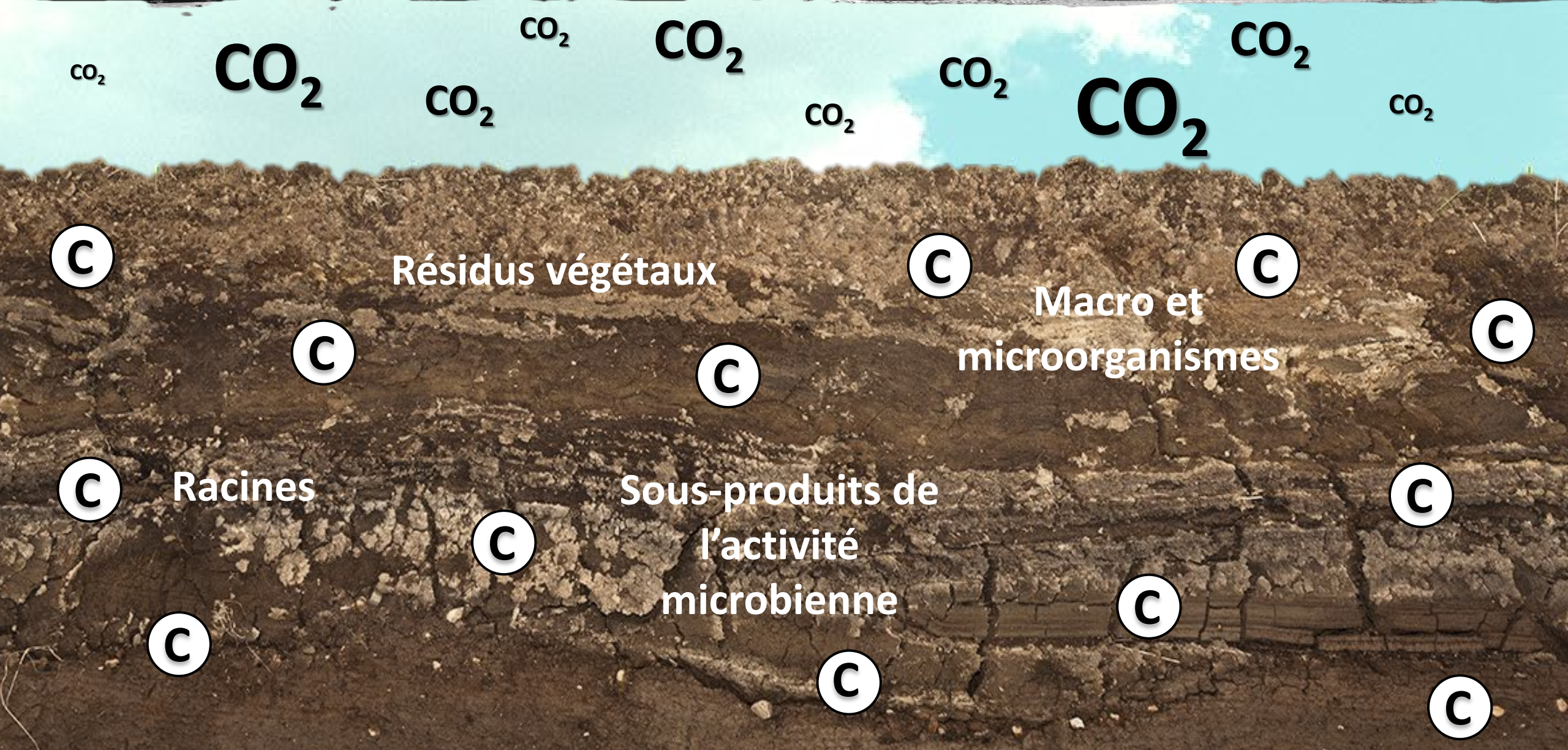
Résidus végétaux

Macro et
microorganismes

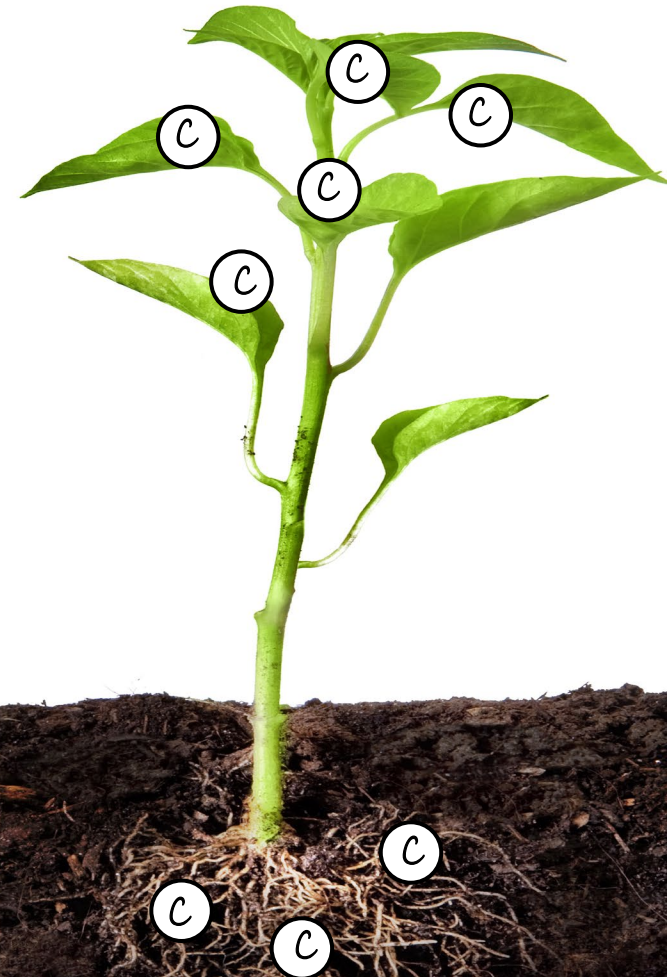
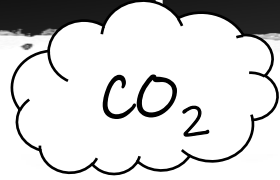
Racines

Sous-produits de
l'activité
microbienne

Mise en culture = perte de carbone vers l'atmosphère!



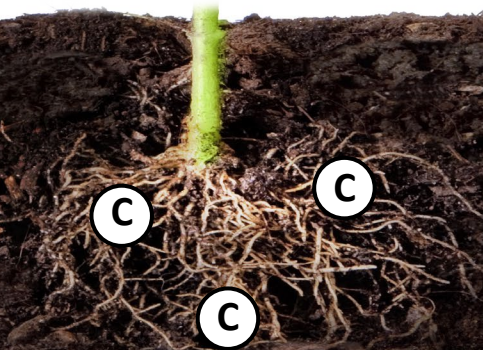
Les plantes pour la lutte aux changements climatiques!



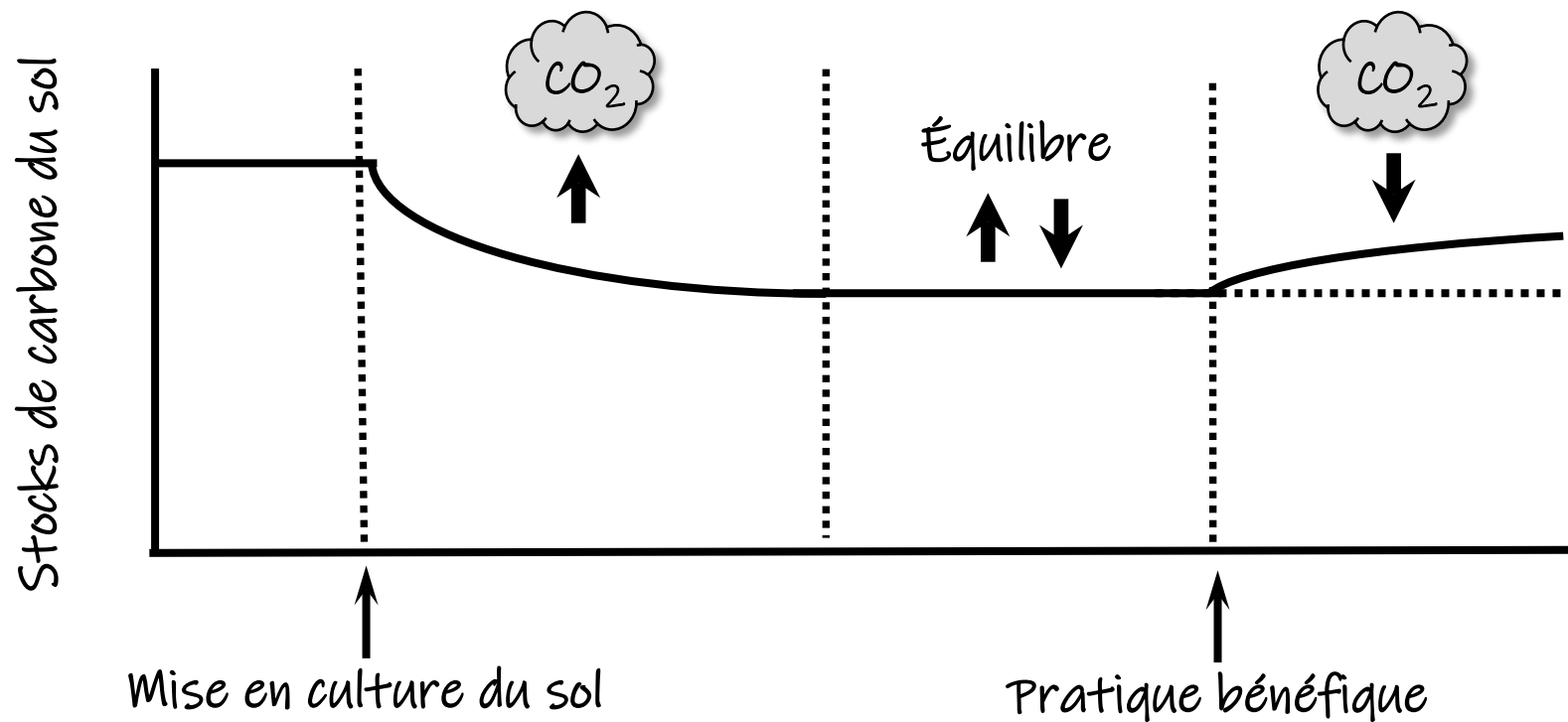
Les sols agricoles en tant que source ou puits de carbone



La balance entre les entrées (photosynthèse) et les pertes de carbone (respiration) détermine le rôle des sols dans le cycle global du carbone (puits ou source)



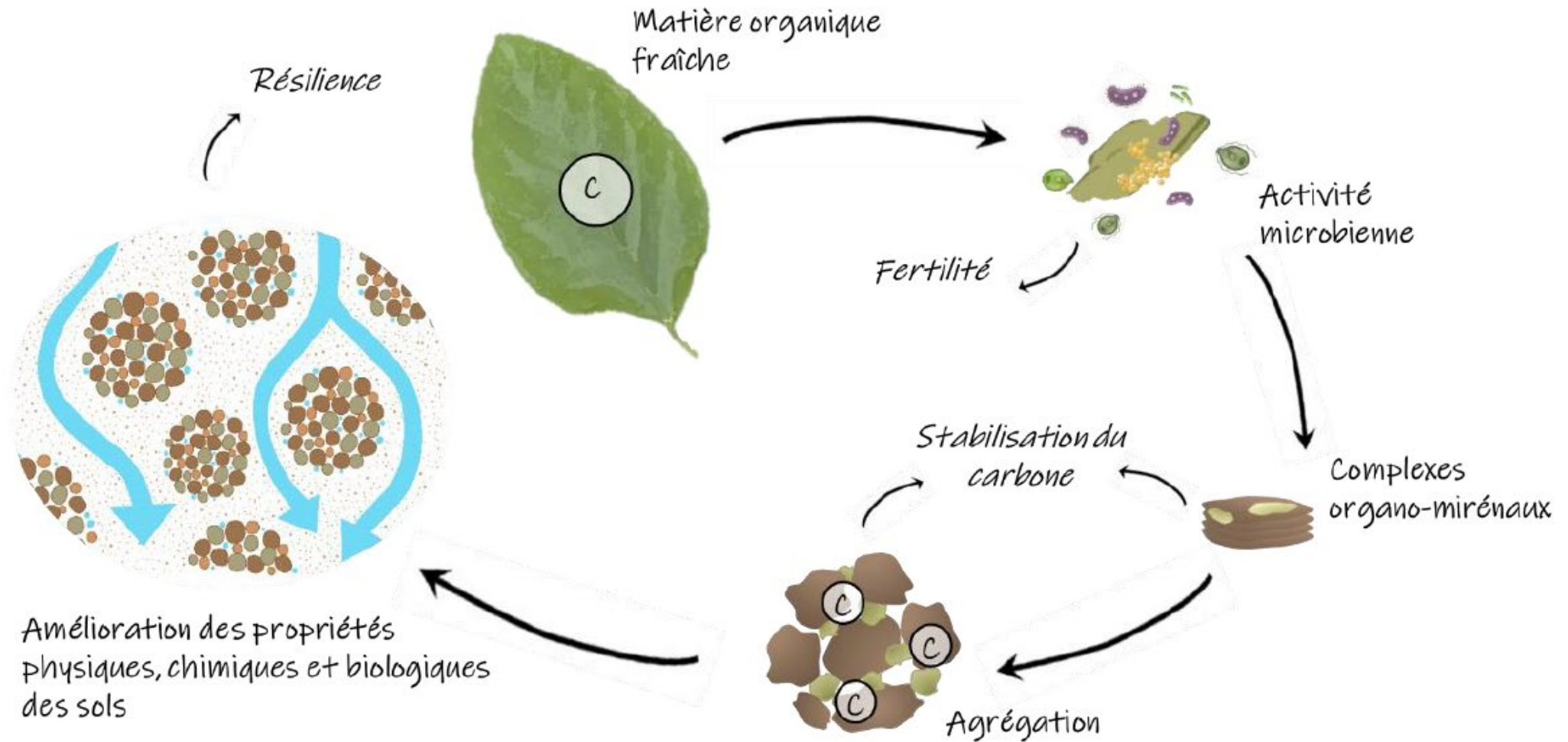
Les sols agricoles en tant que source ou puits de carbone



Adapter des pratiques de gestion bénéfique pourrait nous permettre de lutter contre les changements climatiques...

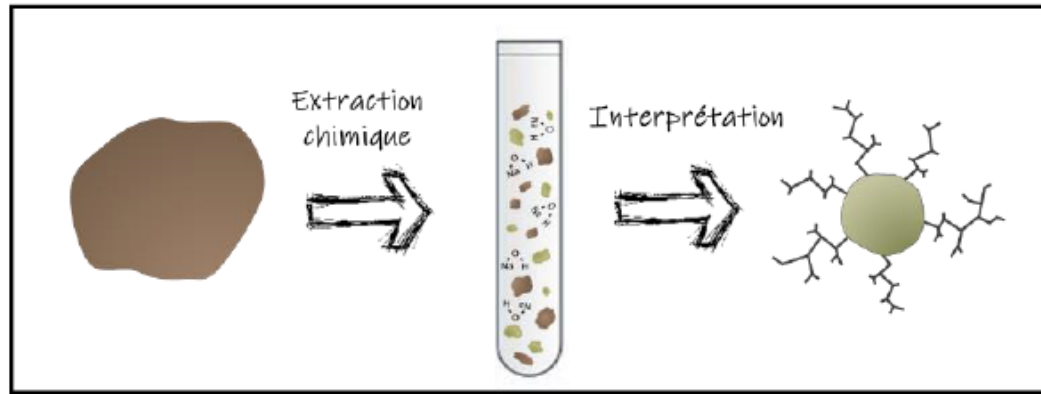
Mais aussi à assurer la durabilité et la résilience de la production.

Un sol riche en carbone = un sol fertile et résilient!

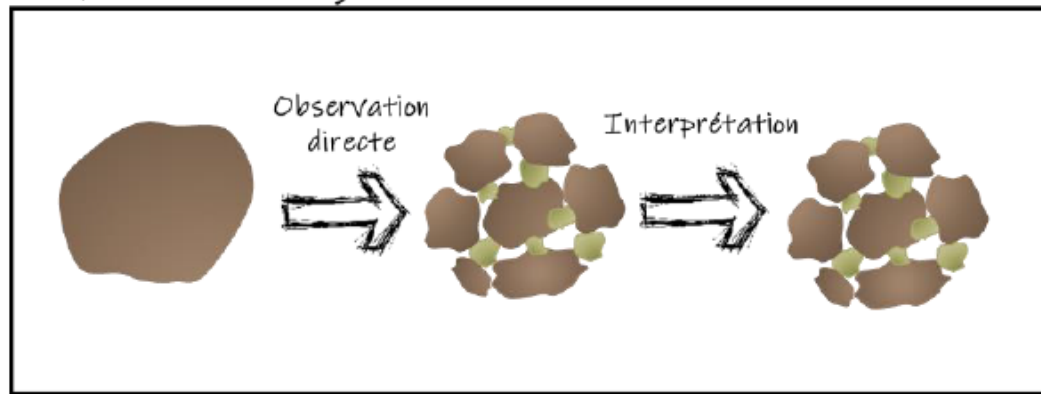


L'humification, un concept révolu!

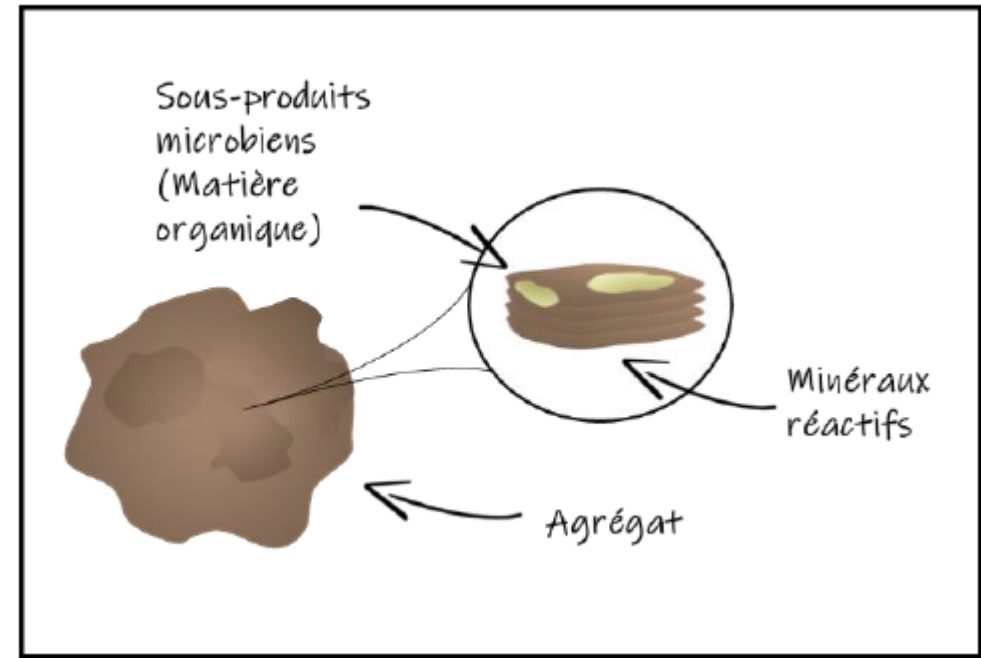
Compréhension historique



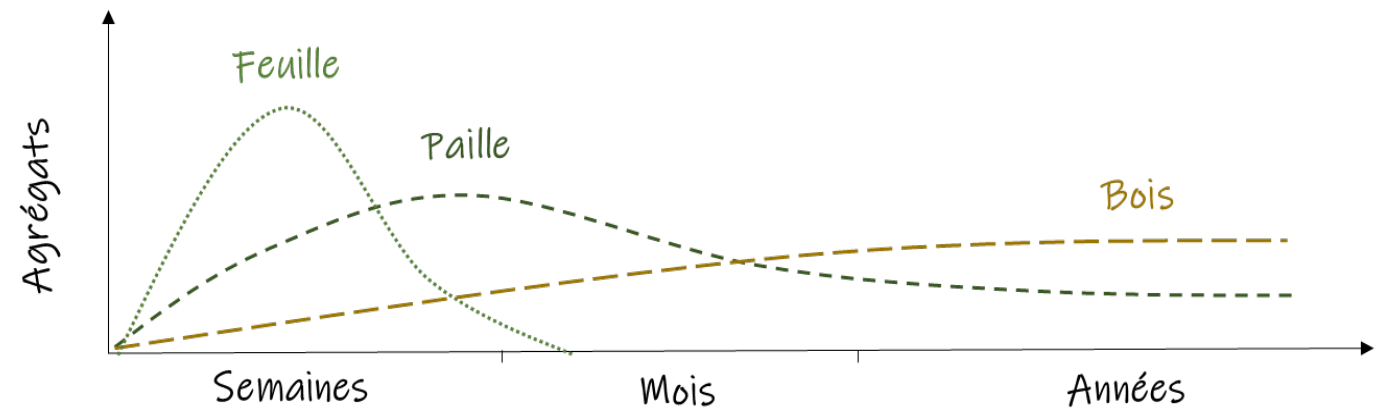
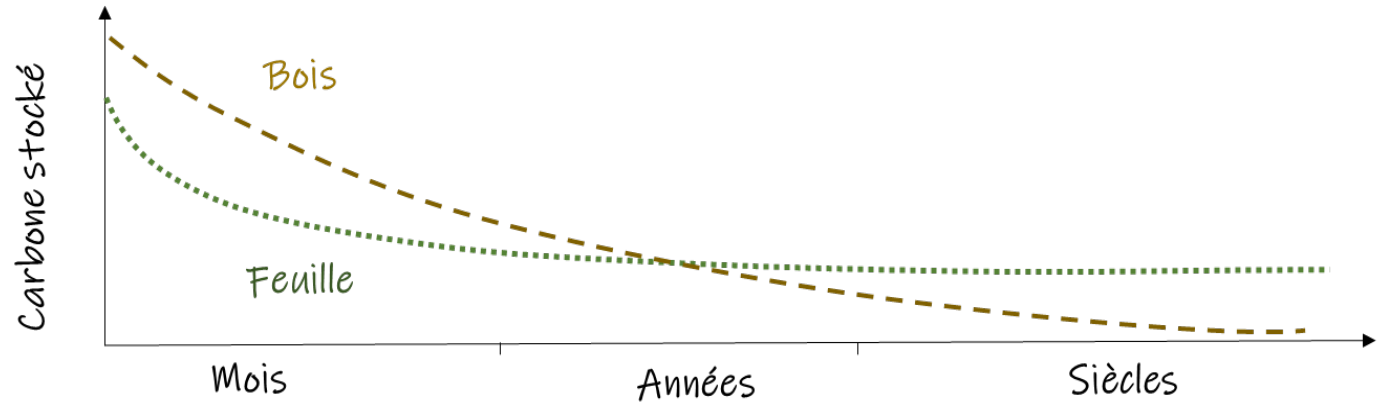
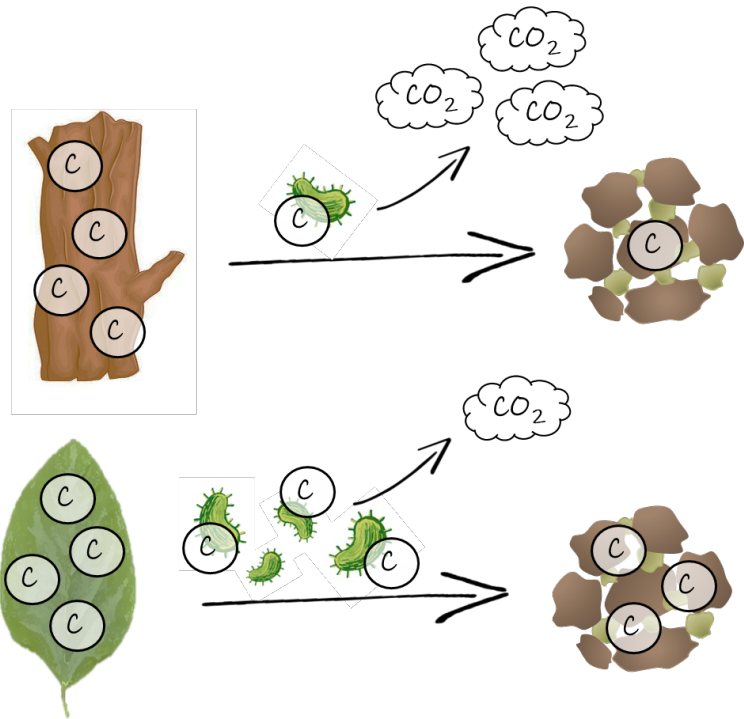
Compréhension émergente



La stabilisation du carbone dans les sols est principalement assurée par protection physique (association aux minéraux)



À chaque type de carbone ses bénéfices pour le sol!

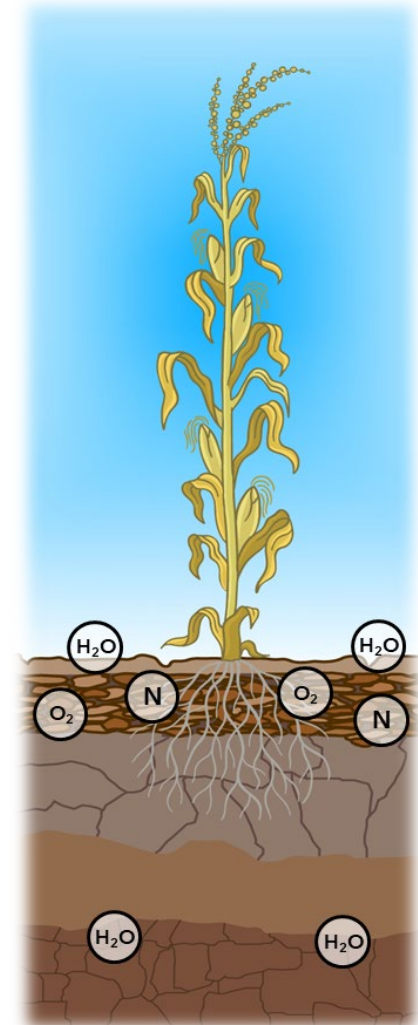


Bénéfices agronomiques d'un sol riche en carbone

Un sol riche en carbone est souvent en meilleure santé physique, biologique et chimique.

- Meilleure structure et résistance à la compaction et l'érosion
- Meilleure conductivité hydraulique et meilleure capacité de rétention en eau
- Plus riche en éléments nutritifs pour la plante (même dans les cultures fertilisées, plus de 60% du N prélevé vient du sol (Yan et al., 2019))

Un sol riche en carbone est plus productif et plus résilient! Pourquoi ne pas chercher à nourrir le sol plutôt que la plante?

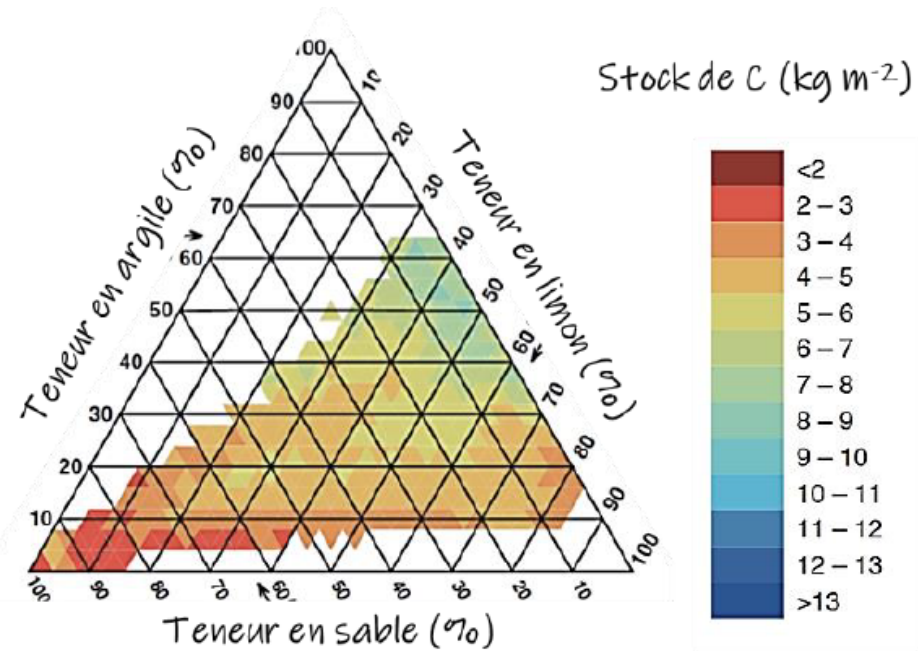


A high-contrast, black and white landscape photograph. The top half of the image shows a dark, silhouetted treeline against a bright, overexposed sky. The bottom half is a bright, almost white area, possibly representing a field or a snowy ground. The overall effect is stark and minimalist.

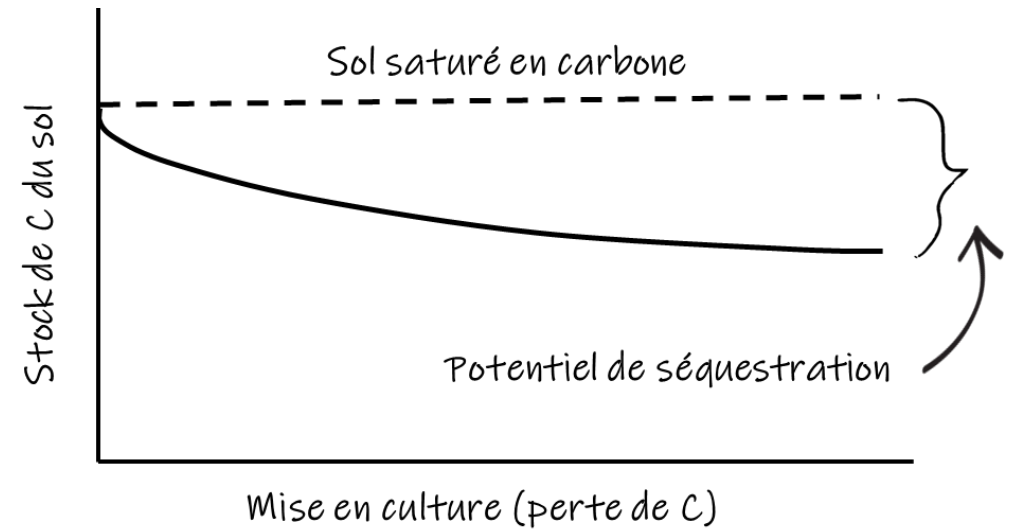
Comment peut-on augmenter les stocks de carbone
dans les sols agricoles du Québec?

Potentiel de séquestration

Le potentiel de séquestration de carbone dépend du contenu en argiles et de l'état de dégradation du sol ...



Arrouays et al., 2006



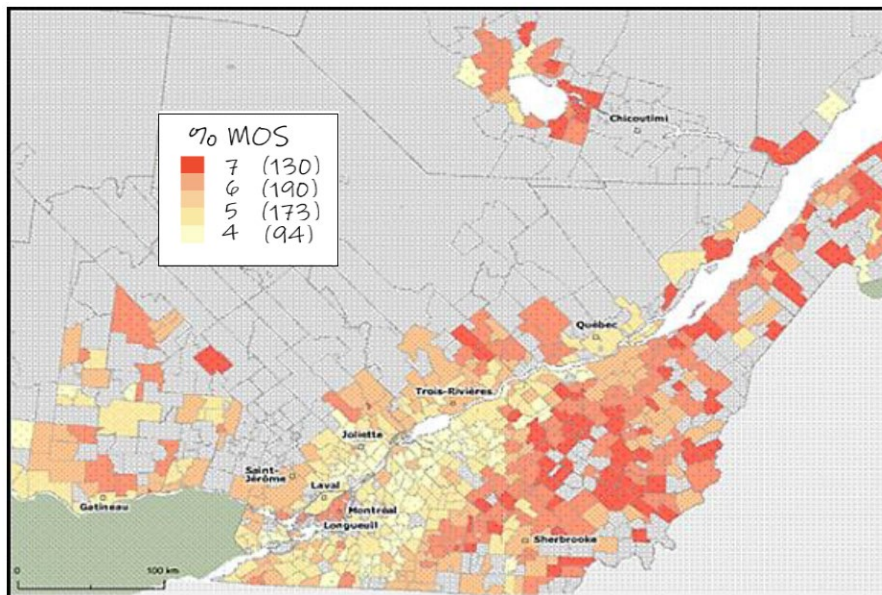
Samson et al., 2023

Sol argileux + MO faible = haut potentiel de séquestration théorique

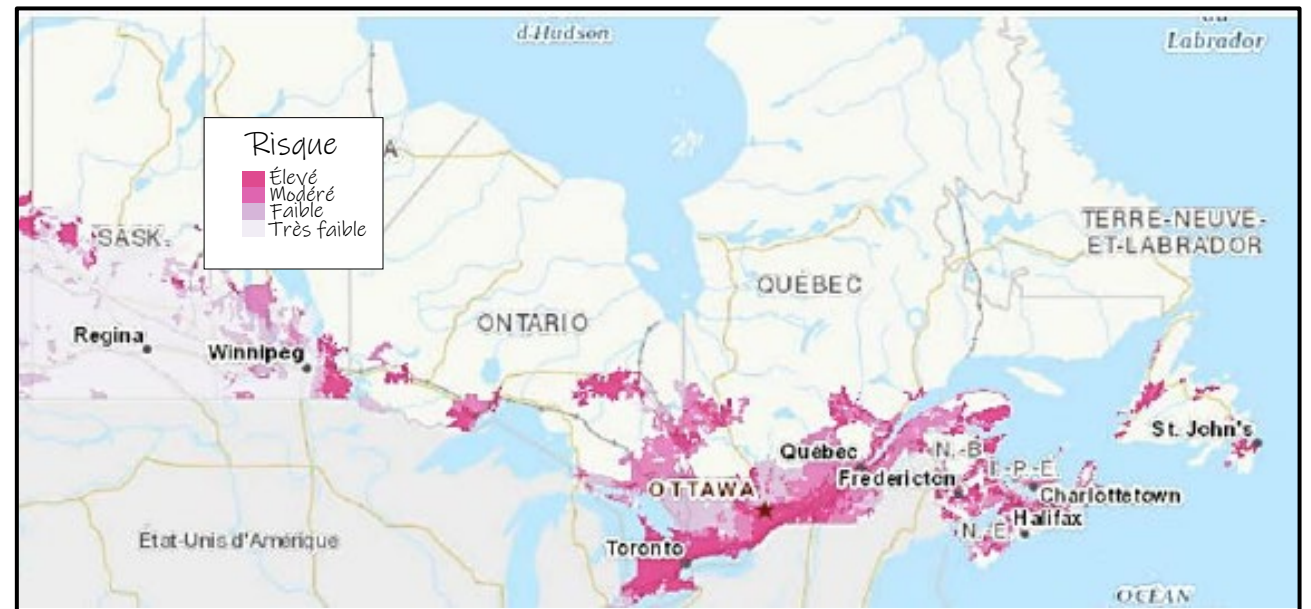


Potentiel de séquestration

Au Québec, dégradation est actuellement concentrée dans les zones à forte concentration de cultures annuelles, mais risque de dégradation élevé pour le futur à la grandeur de la province.



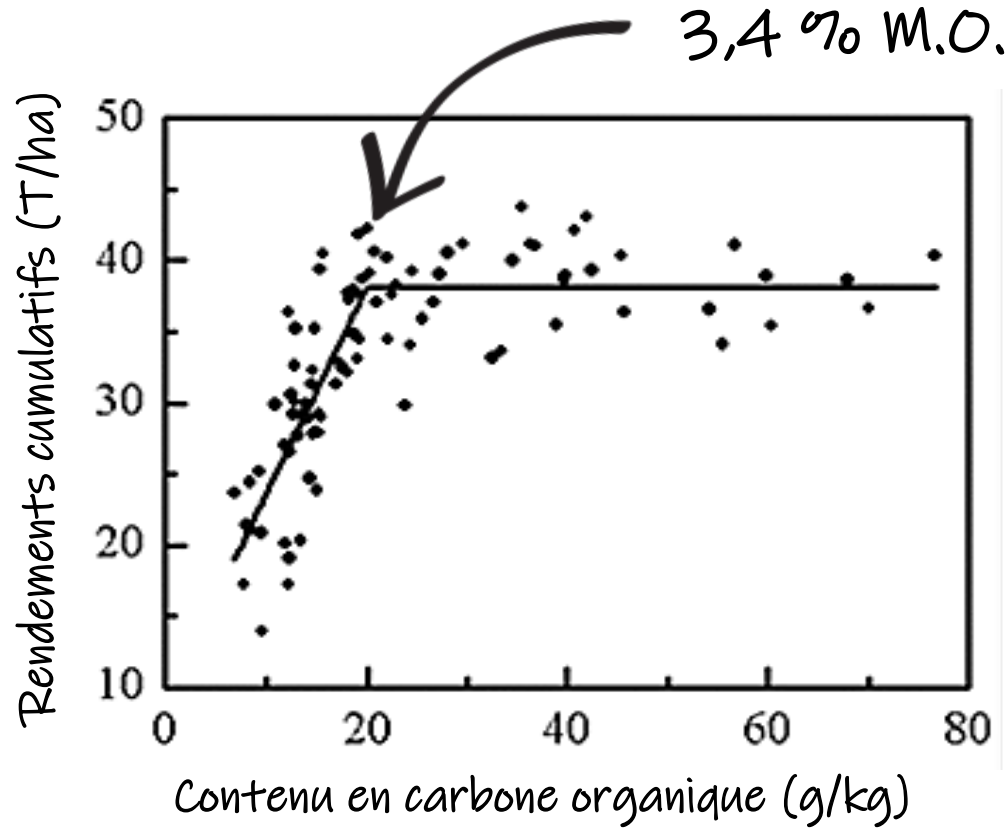
Gasser et al., 2010



AAC, 2022



Le carbone et le rendement



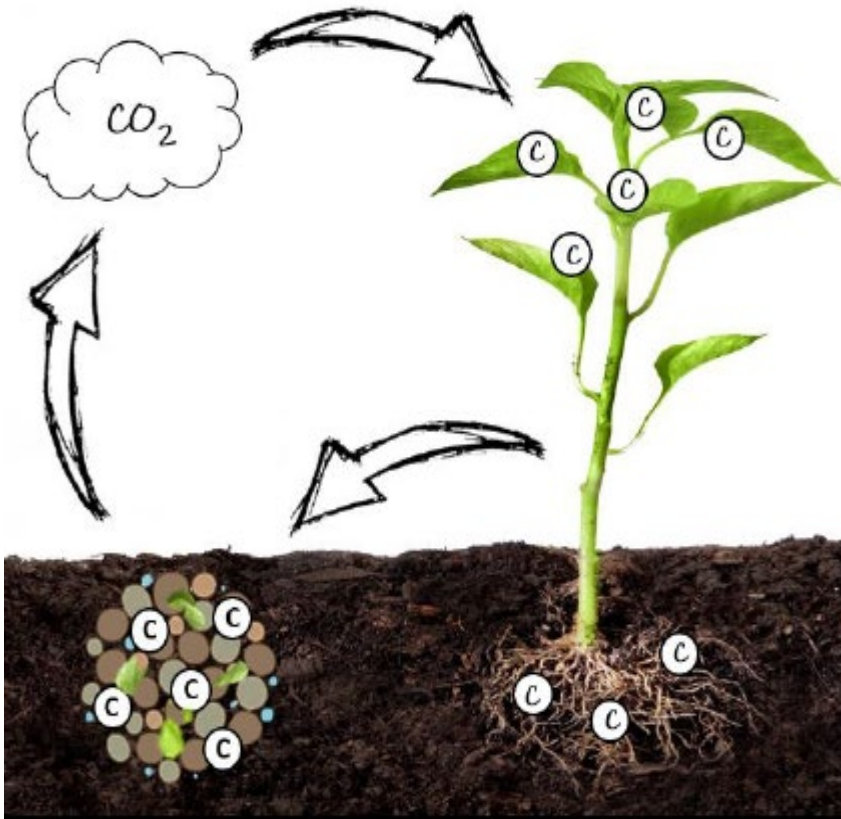
En bas de 3,4% de M.O. (ou 2% de C) =
impact important sur le rendement
(cohérent avec les objectifs du PAD du Québec)

En ce moment, ne concerne pas la majorité de nos sols
(~ 25%), **mais attention!**

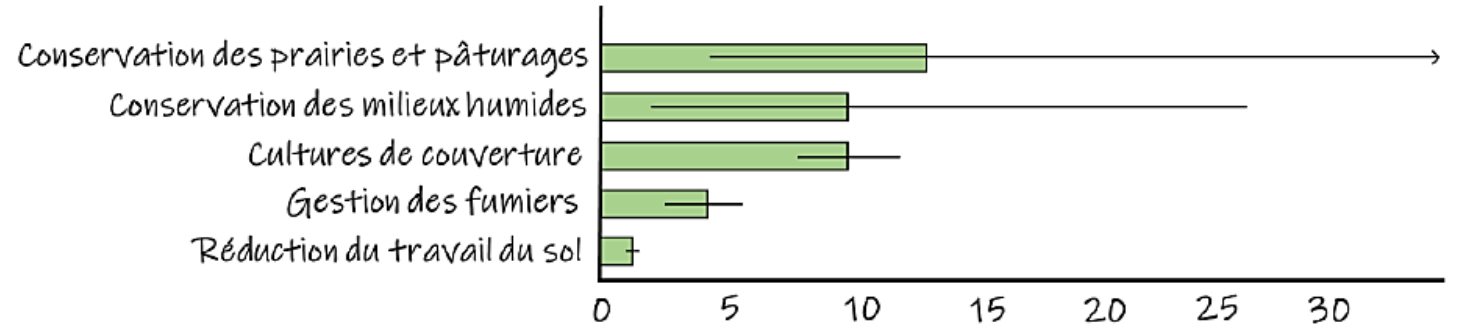
Nous sommes en dynamique de perte...

Pour certain.e.s, l'objectif sera **d'augmenter** les stocks de
C, pour d'autres, le défi sera **de les maintenir**.

Comment augmenter ou maintenir nos stocks de C?



Figures : Samson et al., 2023



Drever et al., 2022

Potentiel de mitigation en 2030 (t CO_2e/ha)

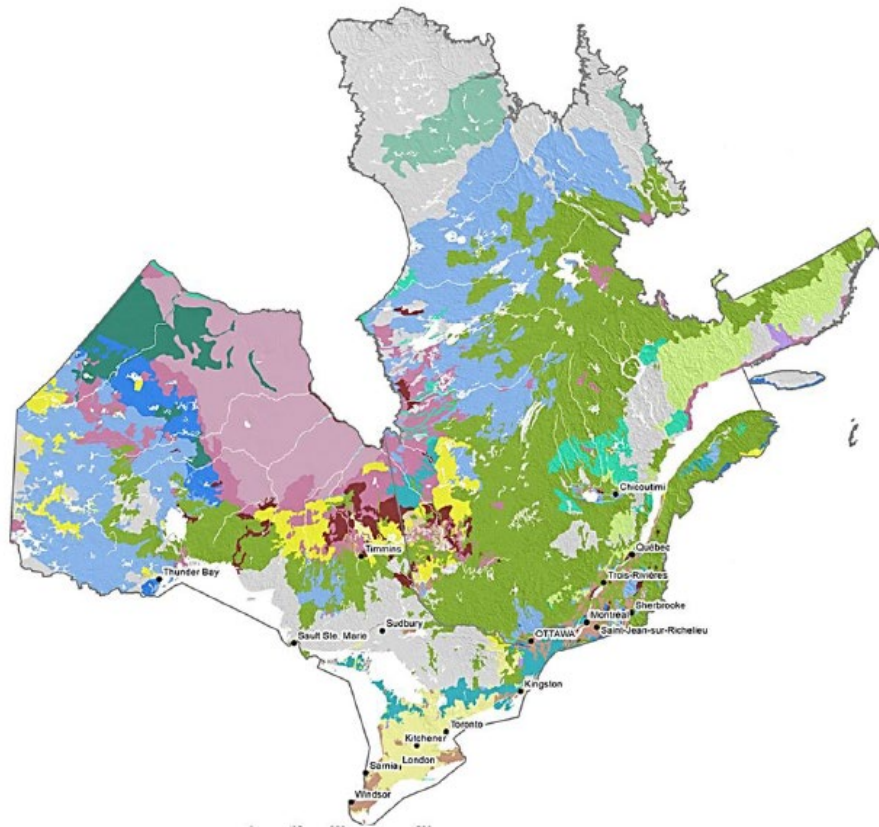
La meilleure stratégie est d'augmenter la quantité de photosynthèse par unité de surface, dans le temps et dans l'espace (cultures pérennes, cultures de couverture, agroforesterie, bandes riveraines élargies et/ou arbustives, etc.)!

Potentiel théorique : 0,1 à 0,5 T C ha⁻¹ an⁻¹

A high-contrast, black and white landscape. The top half of the image is a dark, textured horizon line, possibly representing a forest or a range of hills. The bottom half is a bright, white, textured area, possibly representing a field or a snowy landscape. The overall effect is stark and minimalist.

Ça semble assez simple, non?!

Défi 1 : Adapter les pratiques au sol, au climat et au système



Grands groupes de sols

-  Cryosol organique
-  Cryosol statique
-  Cryosol turbique
-  Luvisol gris brun
-  Luvisol gris
-  Fibrisol
-  Mésisol
-  Humisol
-  Gleysol
-  Gleysol humique
-  Gleysol luvique
-  Podzol humique
-  Podzol ferro-humique
-  Podzol humo-ferrique
-  Régosol
-  Brunisol mélanique
-  Brunisol eutrique
-  Brunisol sombre
-  Brunisol dystrique
-  Non-sol

Sols utilisés pour l'agriculture

Podzols



Gleysols



Brunisols



Très grande diversité de sols au Québec !



Défi 1 : Adapter les pratiques au sol, au climat et au système

Chaque type de sol a ses avantages et ses limites agronomiques...



Drainage
Semis hâtif



pH
Fertilité
Rétention eau
Érosion



Fertilité
Structure



Drainage
Compaction
Égouttement

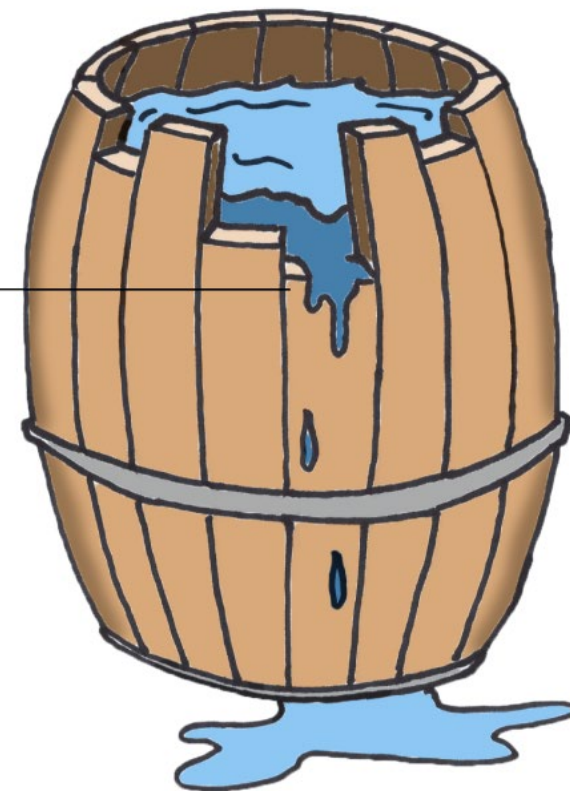


Défi 1 : Adapter les pratiques au sol, au climat et au système

Augmenter la matière organique
dans un sol léger,
c'est plus difficile,

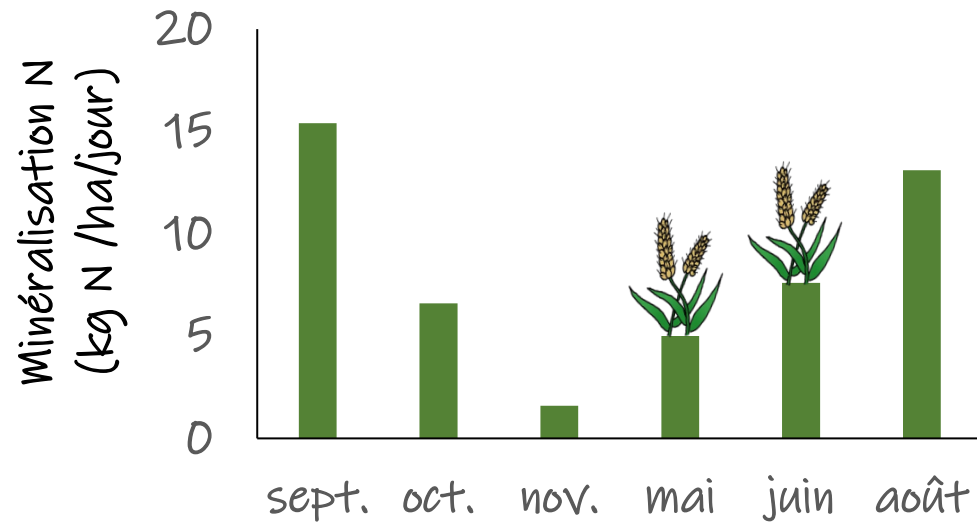
mais c'est encore plus important!

Fertilité et
rétention en eau



Défi 1 : Adapter les pratiques au sol, au climat et au système

Le contenu en matière organique, oui, mais ce n'est pas tout!



Club de gestion des sols du Témiscouata, 2019
Adapté d'une figure de M. Chantigny

Étude : loams sableux/limoneux (3 à 10% MO)
froid et humide

→ 50-60% minéralisation annuelle août-octobre

Synchronisation entre les besoins de la culture
et la minéralisation!

...aussi, il peut y avoir un autre facteur qui limite de rendement
(ex. compaction) même si le contenu en M.O. est élevé!



Défi 1 : Adapter les pratiques au sol, au climat et au système


On peut tirer des conclusions générales sur les bonnes pratiques, mais au final, l'effet net sur le rendement, les stocks de carbone, etc.

variera nécessairement en fonction :

- Du type de sol (et de son état de dégradation)
 - Du climat
 - Du système de culture

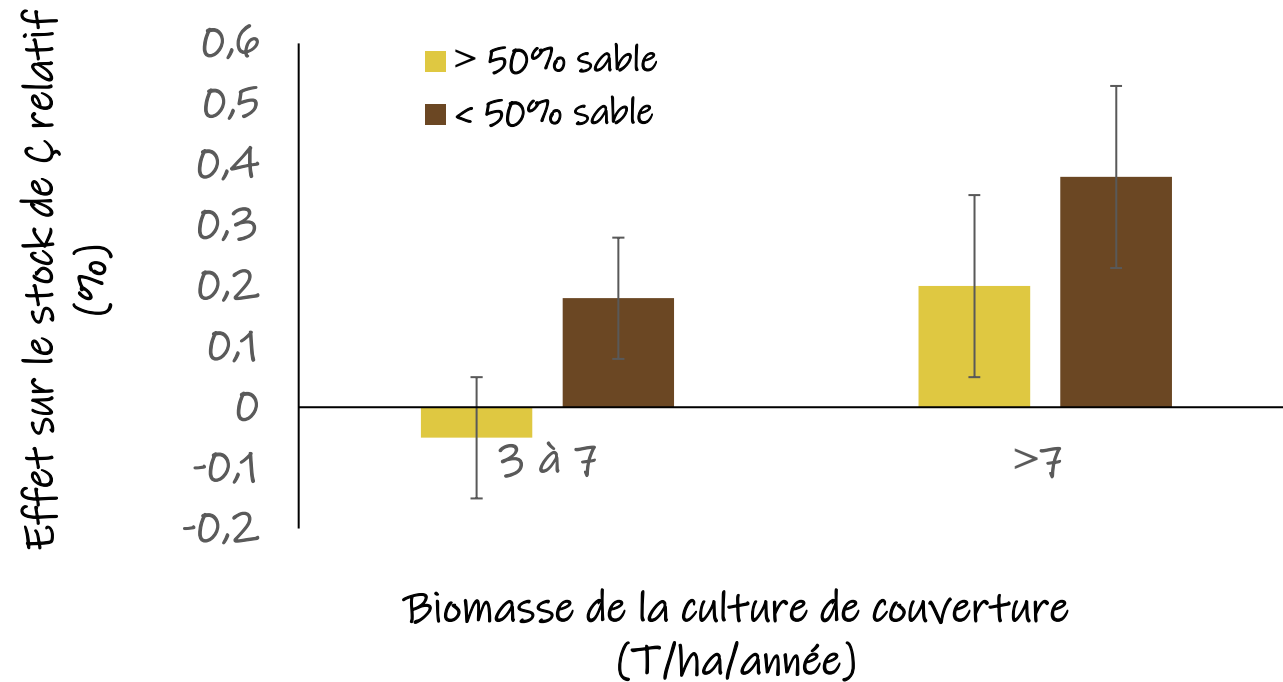
Etc.



A high-contrast, black and white landscape photograph. The top half of the image is a dark, almost black silhouette of a horizon line, possibly representing a field or a distant landmass. The bottom half is a bright, white, textured area that could be snow, a very bright field, or a sky. The overall effect is stark and minimalist.

Exemple pratique :
effet des c.c. sur le carbone du sol et
le rendement

Effets attendus des cultures de couverture sur le carbone du sol



Plus la quantité de biomasse produite par la c.c. est importante, plus on augmente le contenu en carbone (matière organique).

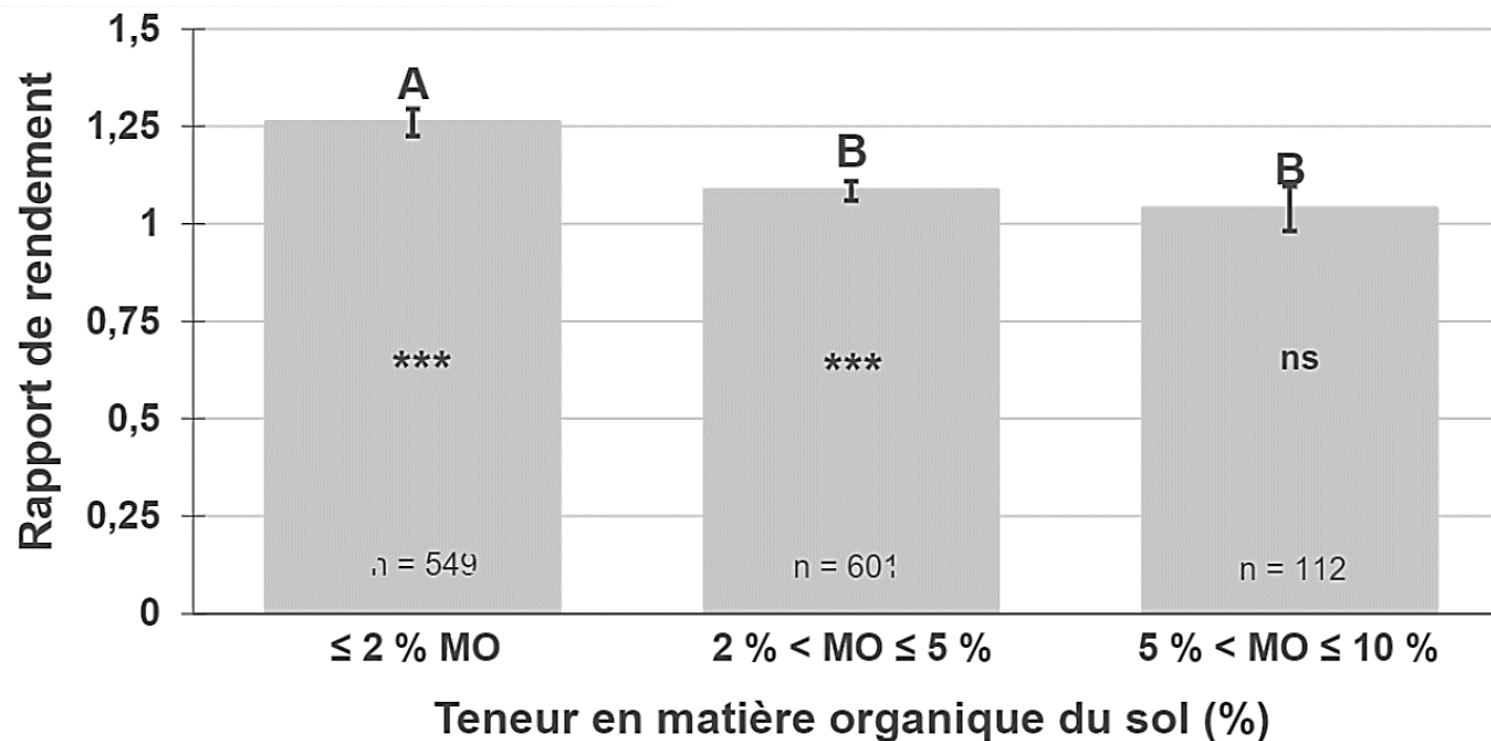
Pour une même quantité de biomasse, l'effet sur les stocks de C sera plus important dans le sol lourd que dans le sol léger.

Adapté de : McCelland et al., 2021



Effets attendus des cultures de couverture sur le rendement des cultures

Plus un sol est pauvre en matière organique, plus l'effet positif des cultures de couverture sur le rendement sera important!



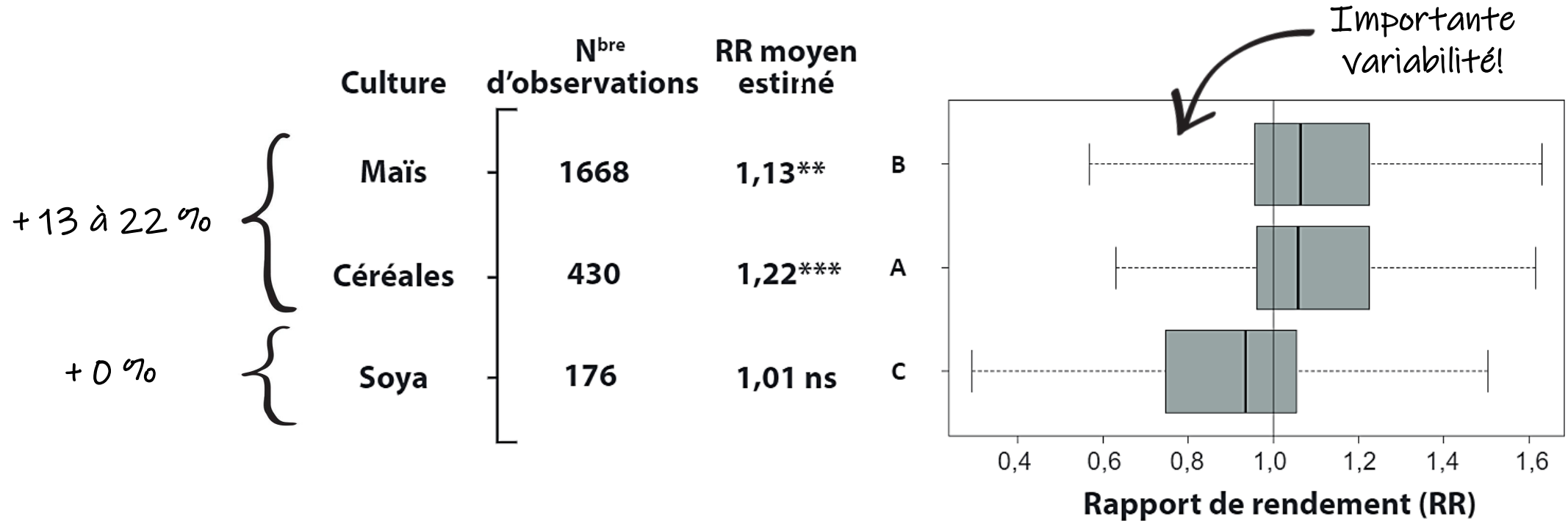
Données : Bourgeois et al., 2022

Figure tirée du guide des c.c. du CRAAQ (Vanasse, 2022)



Effets attendus des cultures de couverture sur le rendement des cultures

Résultats d'une méta-analyse (Canada, États-Unis et Europe) :
effet des c.c. sur le rendement des grandes cultures



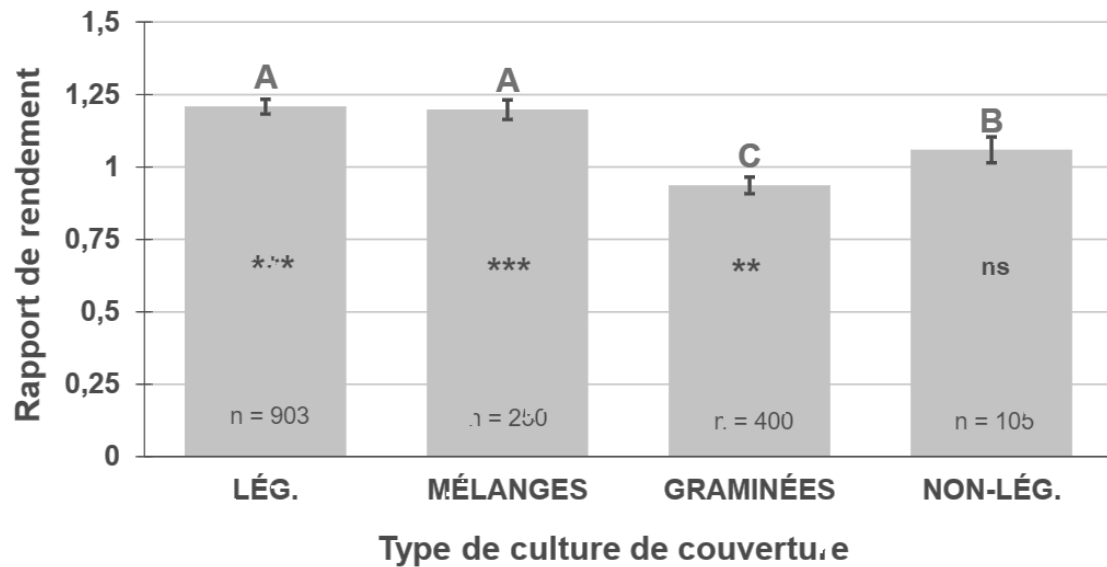
Données : Bourgeois et al., 2022

Figure tirée du guide des c.c. du CRAAQ (Vanasse, 2022)

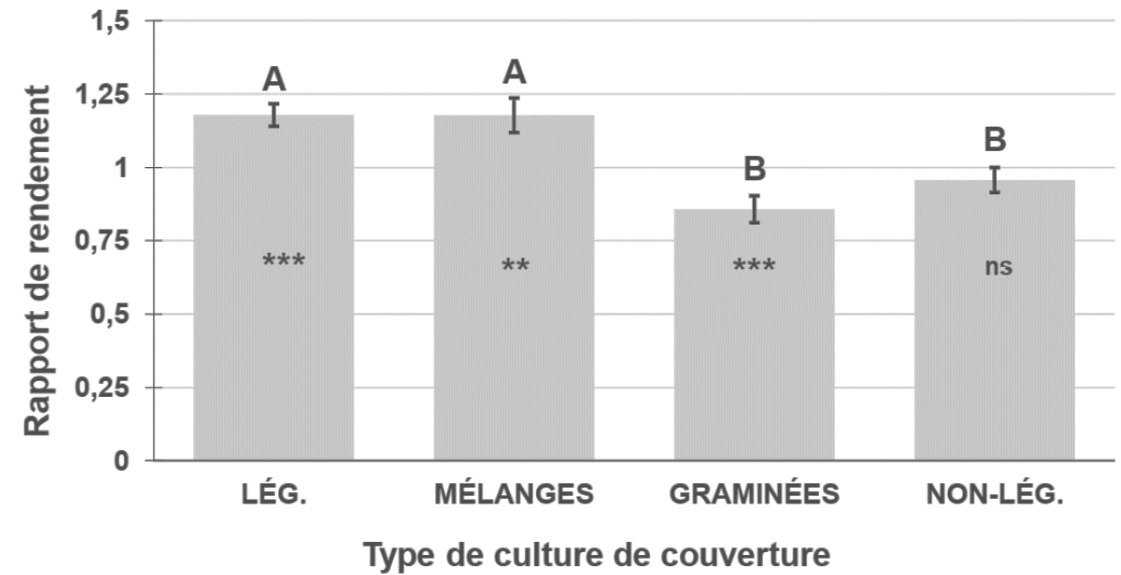
Effets attendus des cultures de couverture sur le rendement des cultures

Effet du type de culture de couverture sur le rendement du maïs l'année suivante...

Effet moyen selon le type



Effet avec faibles précipitations



Données : Bourgeois et al., 2022

Figure tirée du guide des c.c. du CRAAQ (Vanasse, 2022)

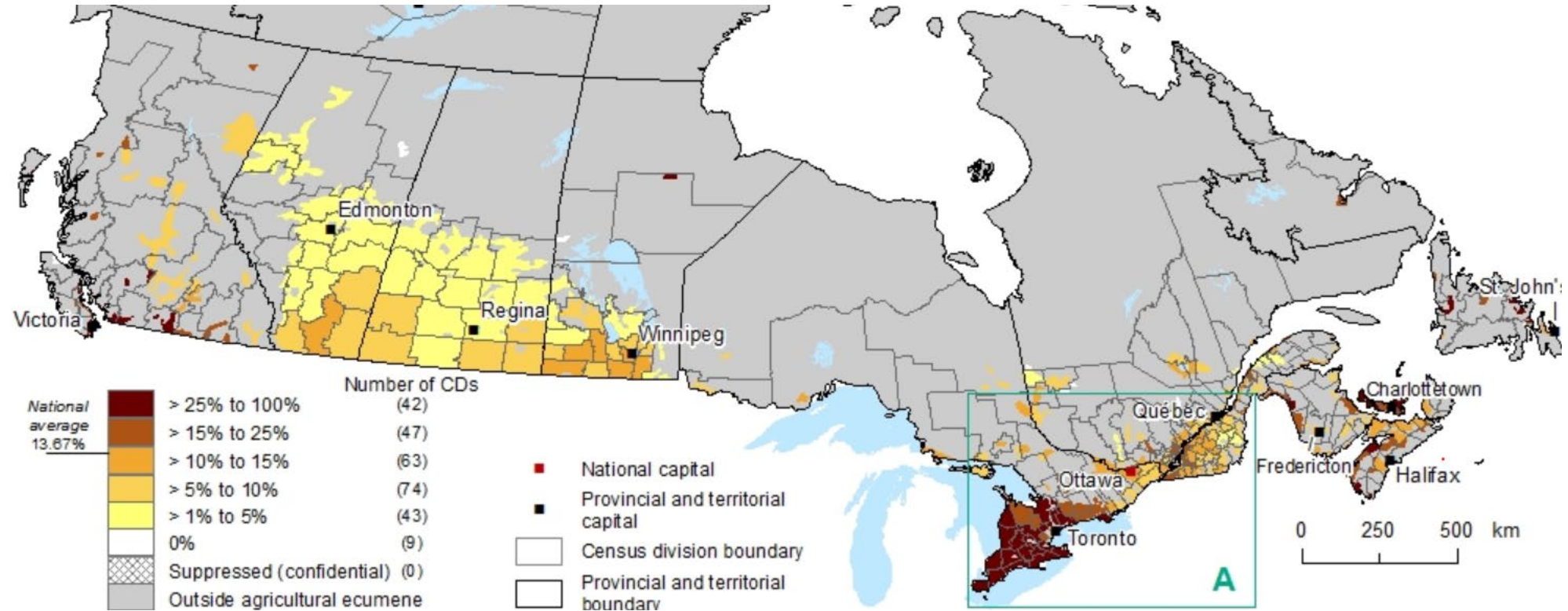
Graminées + sec
= effet nég. exacerbé



De façon générale, les c.c. sont bénéfiques...
alors qu'est-ce qu'on attend?

Défi 2 : se mobiliser pour assurer la pérennité de nos systèmes de production

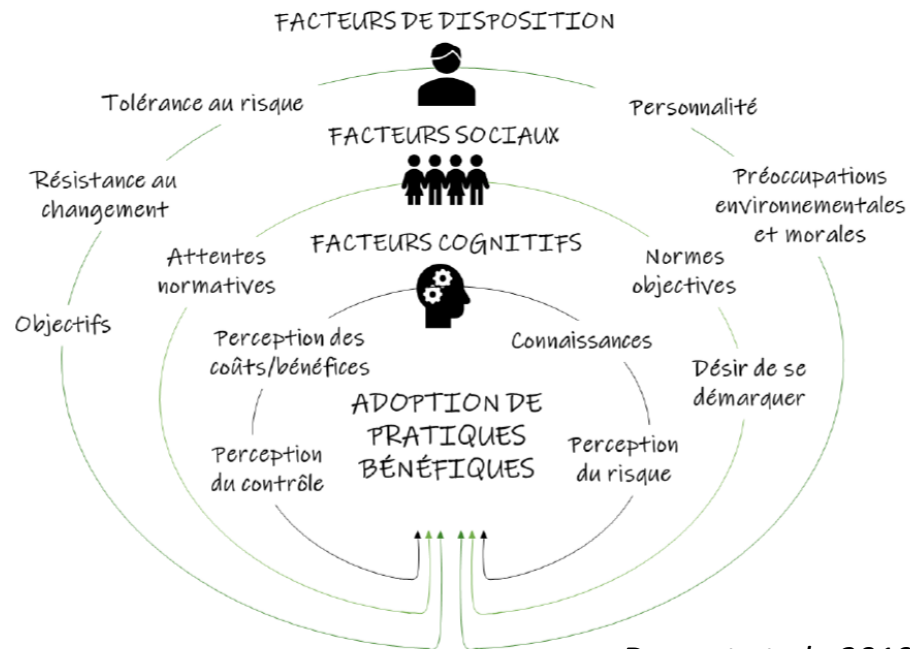
En 2015, moyenne des surfaces relatives avec cultures de couverture au Canada : 13,7%



Défi 2 : se mobiliser pour assurer la pérennité de nos systèmes de production

Le changement global dans les pratiques...
ce n'est pas une mince affaire!
~ 12 500 producteurs de grains au Québec...

En 2020, en Ontario, enquête auprès de 520
fermes qui utilisent des c.c. et
211 fermes qui n'en utilisent pas.



Défis

- Établissement difficile (30%)
- Fenêtre pour semer à l'automne (27%)
- Coûts additionnels (25%)

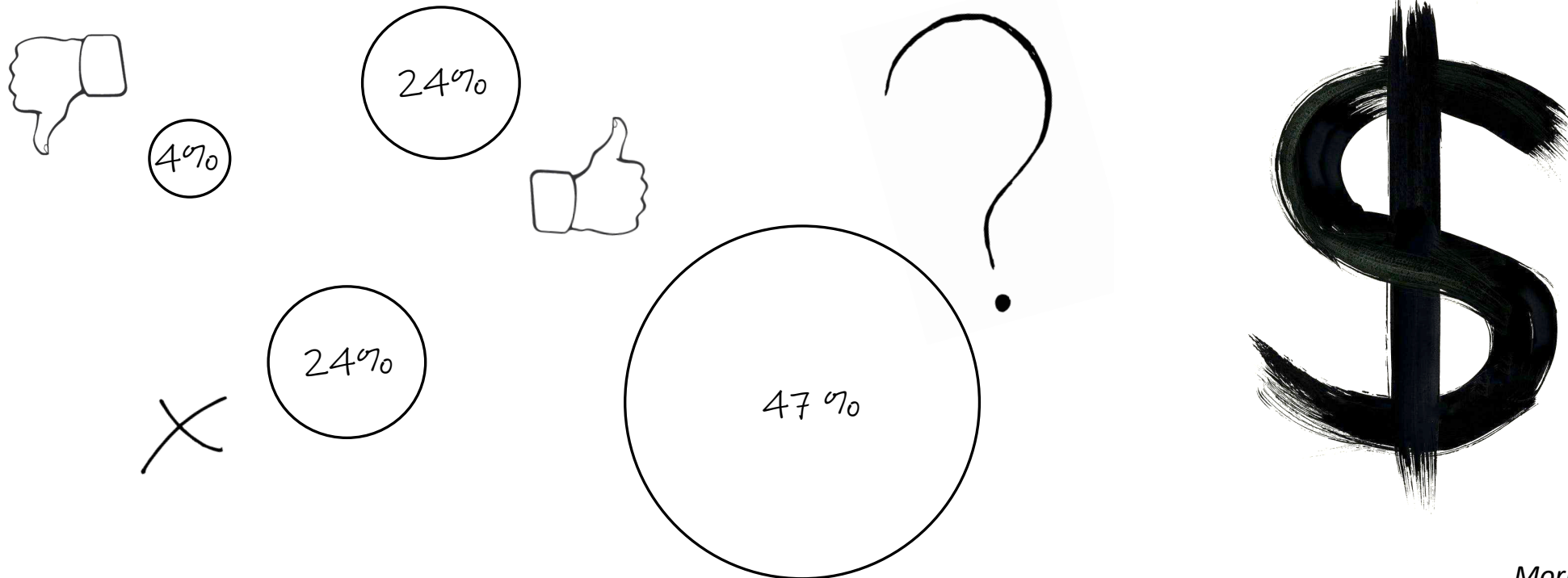
Barrières à l'adoption

- Coûts additionnels (41%)
- Équipement (36%)
- Fenêtre pour semer à l'automne (29%)
- Ne pas savoir par où commencer (24%)

Morrison et Lawley, 2021

Défi 2 : se mobiliser pour assurer la pérennité de nos systèmes de production

Les producteurs qui ont adopté les c.c. considèrent-ils que c'est rentable?



Morrison et Lawley, 2021

A high-contrast, black and white landscape photograph. The image is dominated by a thick, dark horizontal band across the middle, which appears to be a silhouette of a forest or a dense line of trees. Above and below this band, the landscape is rendered in stark white, suggesting a bright sky and a light-colored ground or snow. The overall effect is graphic and minimalist.

Alors quelle est la prochaine étape vers des sols sains, résilients et productifs en grandes cultures?

On fait quoi avec ça?

- Adapter les c.c. et leur régie à notre climat et à nos sols (outils d'aide à la décision en ligne pour l'Est du Canada)
- Évaluer les barrières à l'adoption pour le Québec
- Faire des études de rentabilité sous nos conditions
- Favoriser la diffusion du savoir entre producteurs

Favoriser l'échange de connaissances entre les producteurs, les conseillers et les chercheurs, pour mieux informer les besoins en recherche et améliorer le partage, l'applicabilité et l'application des résultats.





Merci!

Travaillons
ensemble à
trouver des
sol-utions!