



La santé des sols

Comité sénatorial permanent de l'agriculture et des forêts
Syngenta, OSCIA, Ontario Soil Network

26 avril 2023



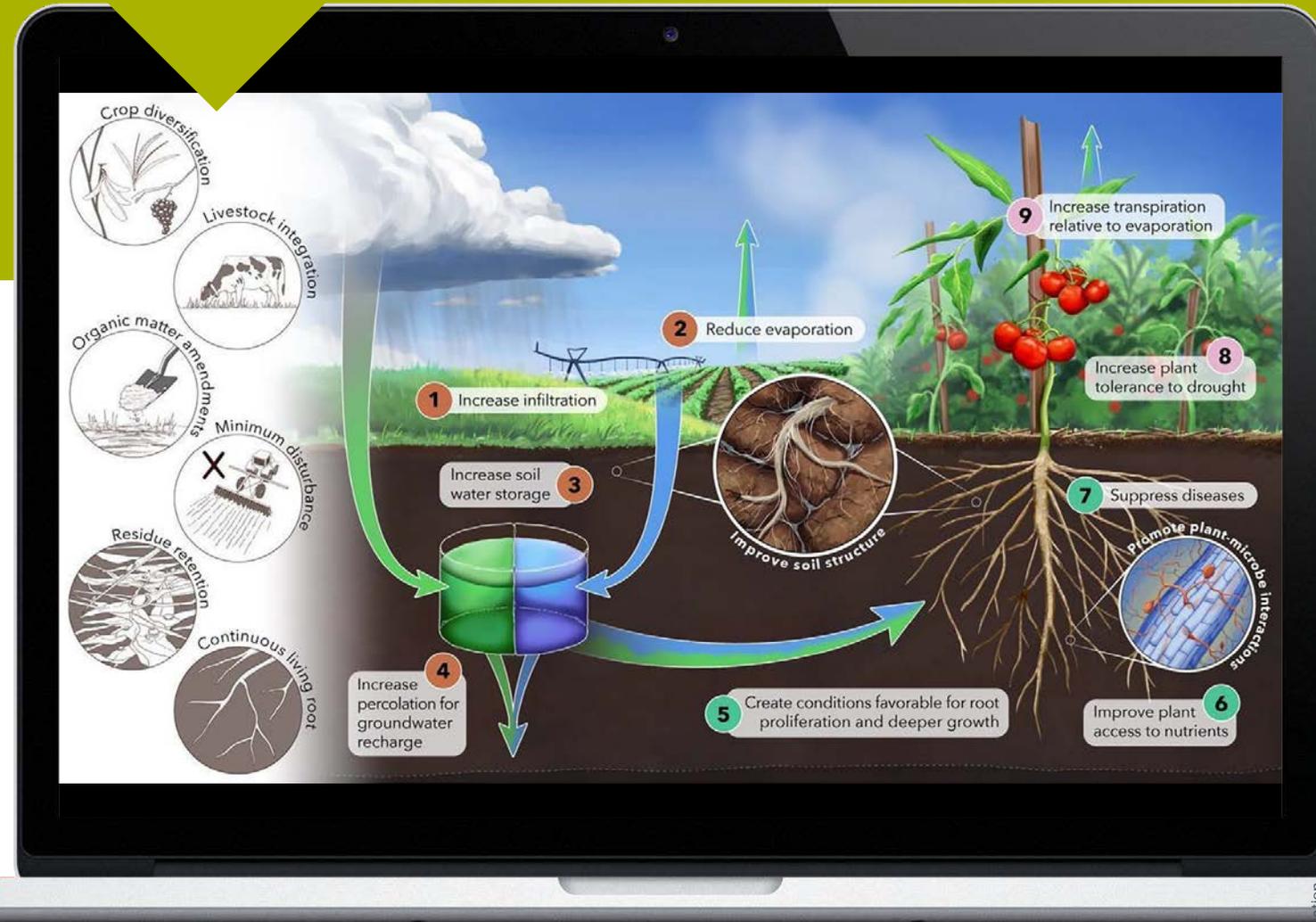
Les fonctions d'un sol sain

Définition

La santé des sols

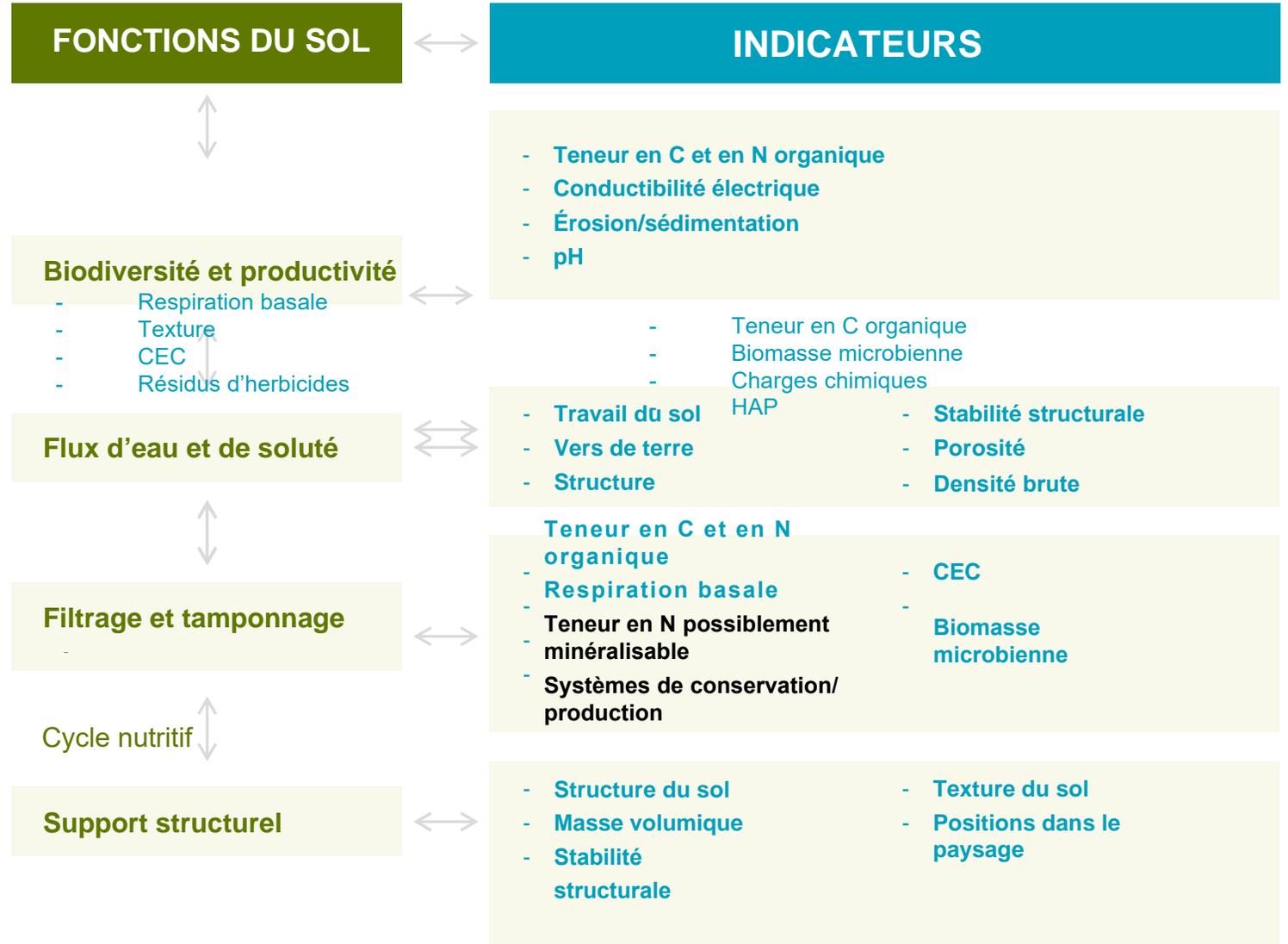
correspond à la capacité d'un sol à fonctionner comme un **écosystème** vivant **essentiel** qui protège les plantes, les animaux et les êtres humains.

USDA-NRCS

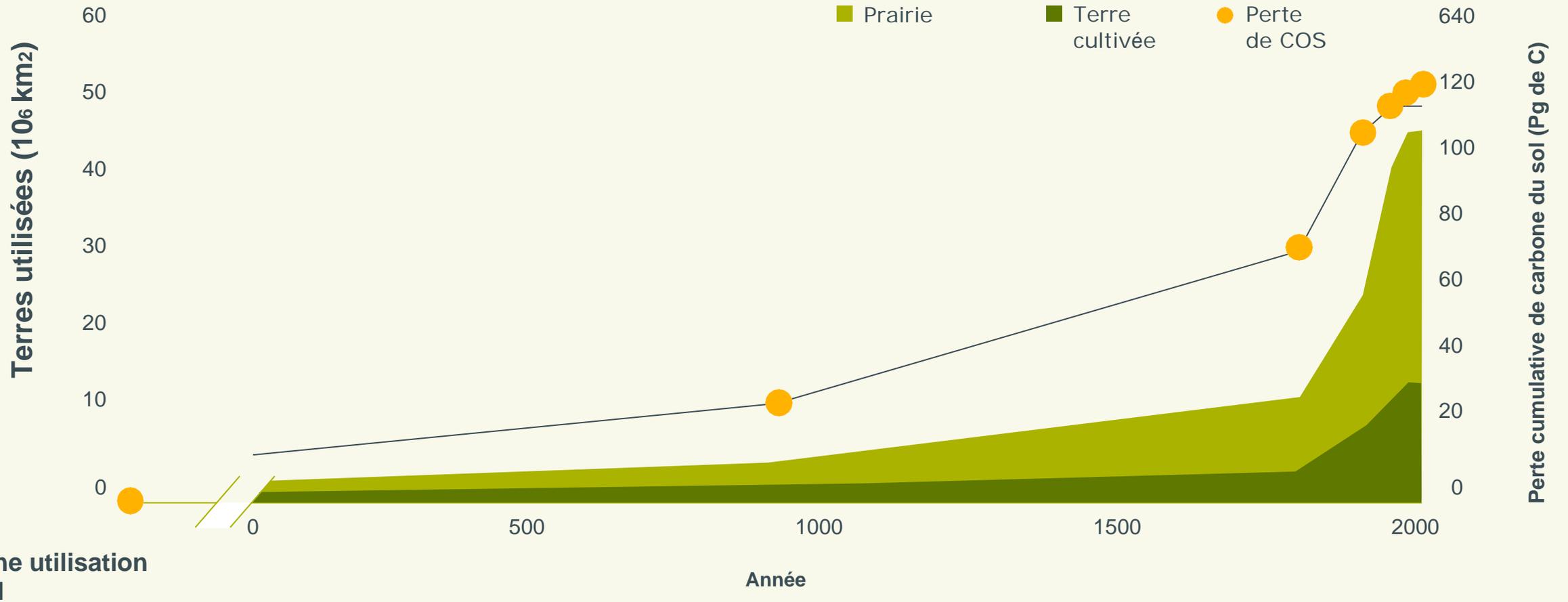


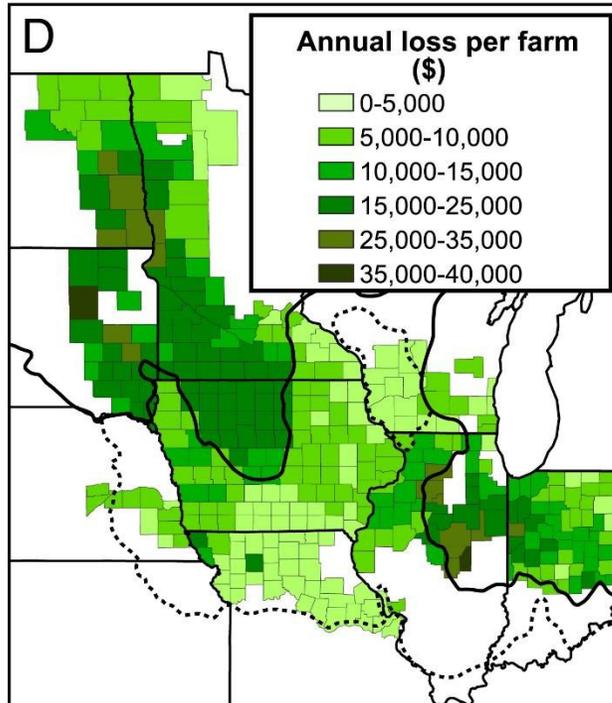
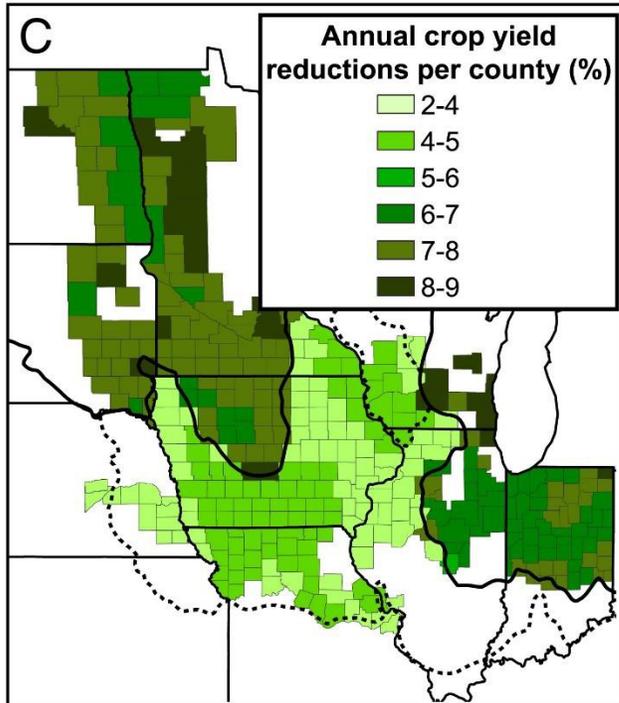
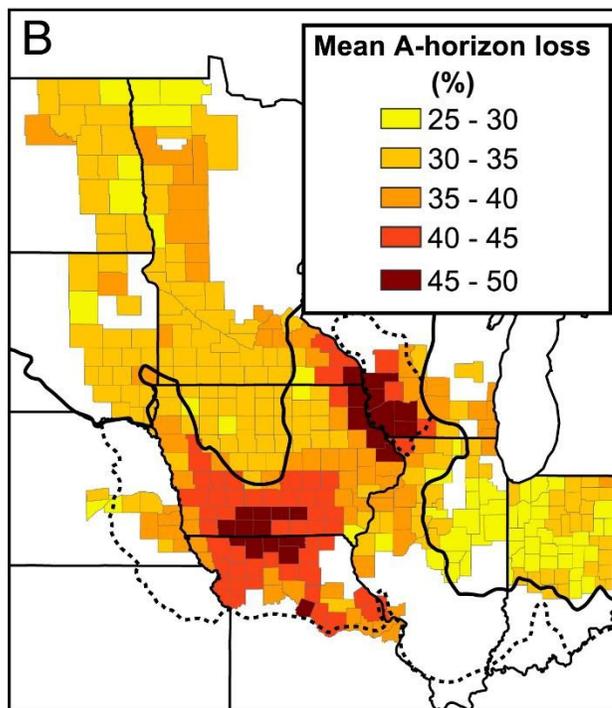
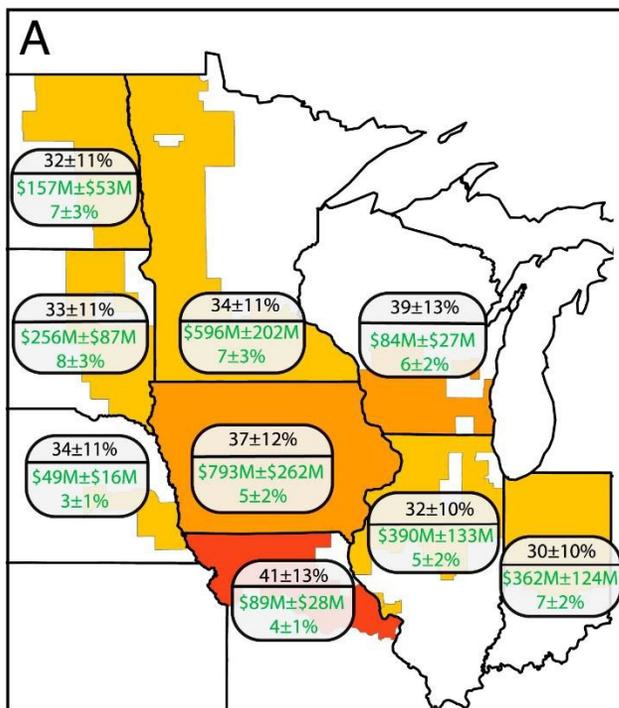
Chaque sol compte différentes propriétés inhérentes. Notre travail consiste à aider chaque type de sol à répondre à ses fonctions.

Indicateurs de santé des sols
Chimiques,
physiques
et biologiques



Nous traitons mal nos sols





Aux États-Unis et au Canada, la perte de rendement due à l'érosion représente plus ou moins 3 milliards de dollars.

- L'étendue de la perte des sols dans la Corn Belt des États-Unis.
- David Lobb, Ph. D., Université du Manitoba.

<https://doi.org/10.1073/pnas.1922375118>

Pratiques agricoles régénératrices



1

Réduire la
Perturbation des sols

ADOPTER DES TECHNIQUES
DE TRAVAIL SANS LABOURS
OU RÉDUIT DU SOL.



2

Avoir des plantes durant toute
l'année

SEMER DES CULTURES DE COUVERTURE
ENTRE DES CULTURES COMMERCIALES
POUR ÉVITER L'ÉROSION DU SOL ET
AUGMENTER LES APPORTS EN CARBONE AU
SOL



3

Diversifier les cultures
dans le temps et l'espace

ACCROÎTRE LA ROTATION DES
CULTURES ET ADOPTER LA
CULTURE INTERCALAIRE.



4

Appliquer de façon précise des
apports biologiques et chimiques

ÉPANDAGE LOCALISÉ DES SEMENCES, PROTECTION DES CULTURES ET
APPORT DE NUTRIMENTS AUX CULTURES À L'AIDE DE DONNÉES.



5

Intégrer du bétail
lorsque possible

PÂTURAGE DE RÉSIDUS DE
CULTURE ET DE CULTURE DE
COUVERTURE, FUMIER ET
COMPOST.

Réduction de la perturbation du sol

**Travail sans labours ou
réduit du sol :**

Cycle nutritif

Diminution de l'érosion
du sol;

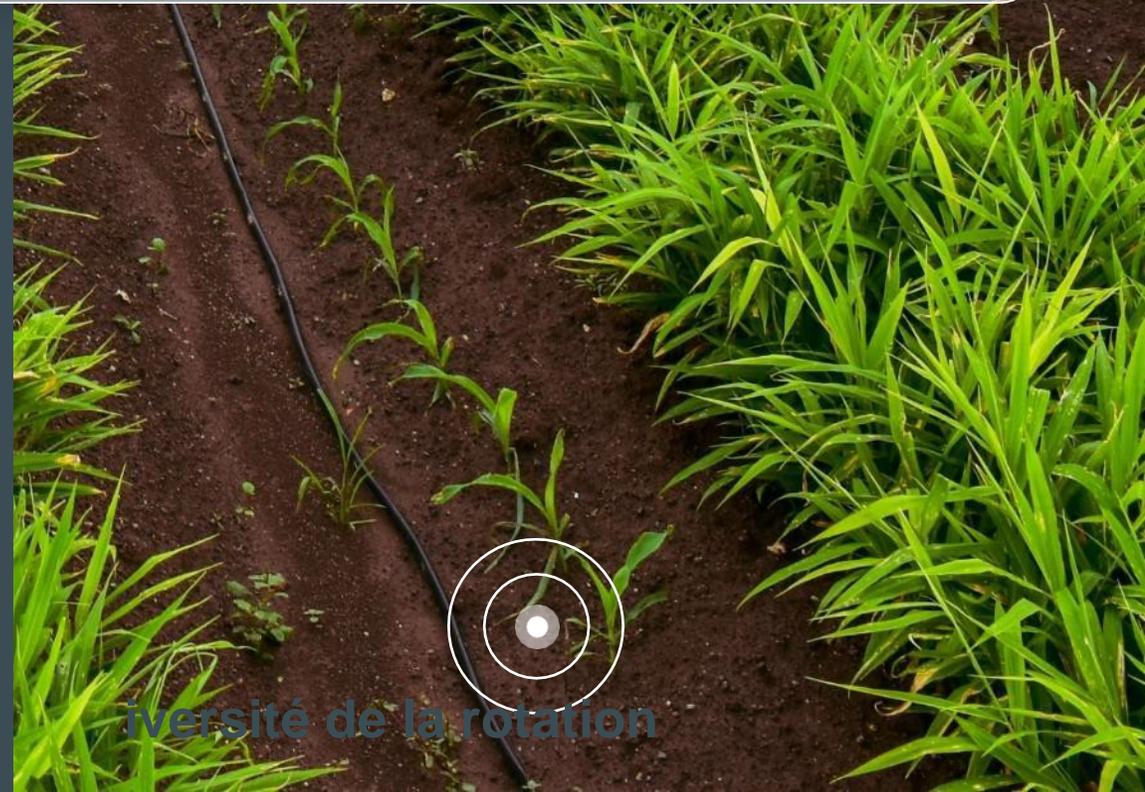
Rétention par le sol
de matière organique.

Avoir des plantes durant toute l'année

Classification : PUBLIQUE

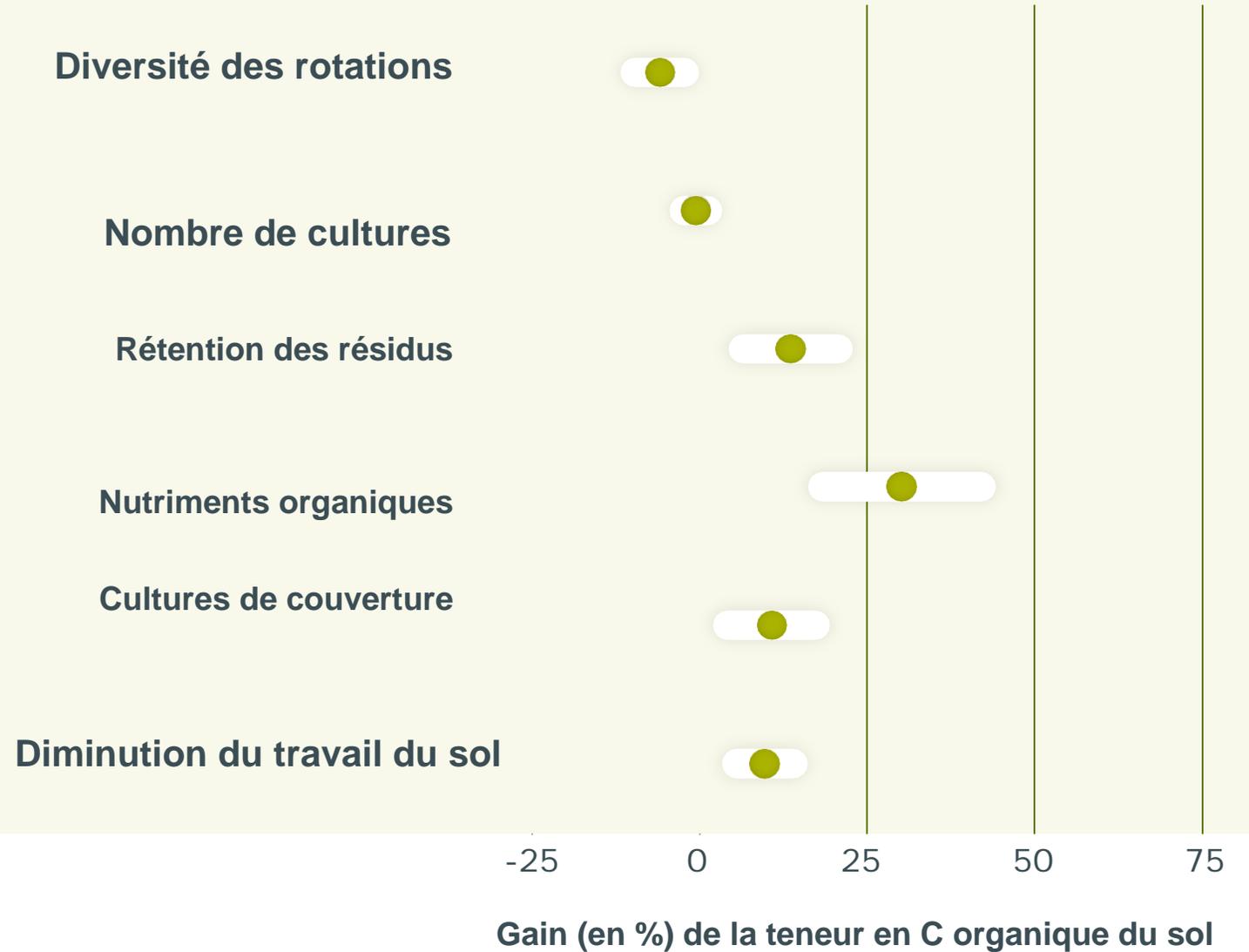
Pratiques telles que les cultures de couverture :

- Renforcer la santé et la qualité des sols;
- Protéger le sol des effets des conditions météorologiques extrêmes;
- Réduire la croissance des mauvaises herbes;
- Réduire les apports agricoles;
- Améliorer la biodiversité.



iversité de la rotation

L'agriculture régénératrice augmente la quantité de carbone organique du sol.



Liptzin *et al.*, 2022.

Propositions de valeur de la santé des sols

Avantages pour les agriculteurs

- 01 Rendement accru, stabilité du rendement
- 02 **Suppression des maladies**
(diminution du coût des intrants)
- 03 **Amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau et des nutriments**
(diminution du coût des intrants)
- 04 **Valeur accrue des terres**
- 05 **Réduction des écoulements et de l'érosion**

Avantages sociaux

- 01 **Séquestration du carbone**
- 02 **Biodiversité**
(le nouveau carbone?)
- 03 **Réduction des émissions de GES**
- 04 **Amélioration de la teneur en nutriments des cultures**
- 05 **Amélioration de la qualité de l'eau**

Contribution de Syngenta à l'agriculture durable



Syngenta s'efforce de transformer l'agriculture grâce à des solutions qui soutiennent les agriculteurs du monde entier et leur permettent d'adopter des pratiques agricoles régénératrices au bénéfice des agriculteurs, de la société et de notre planète.



Science et recherche pour évaluer les effets sur l'environnement, l'agronomie et l'économie.



Conseils techniques et formation des producteurs.



Variétés de cultures de haute qualité présentant des caractéristiques de durabilité pour la résilience climatique.



Nouveaux partenariats dans la chaîne de valeur.



Technologies qui améliorent la santé des cultures et des sols.



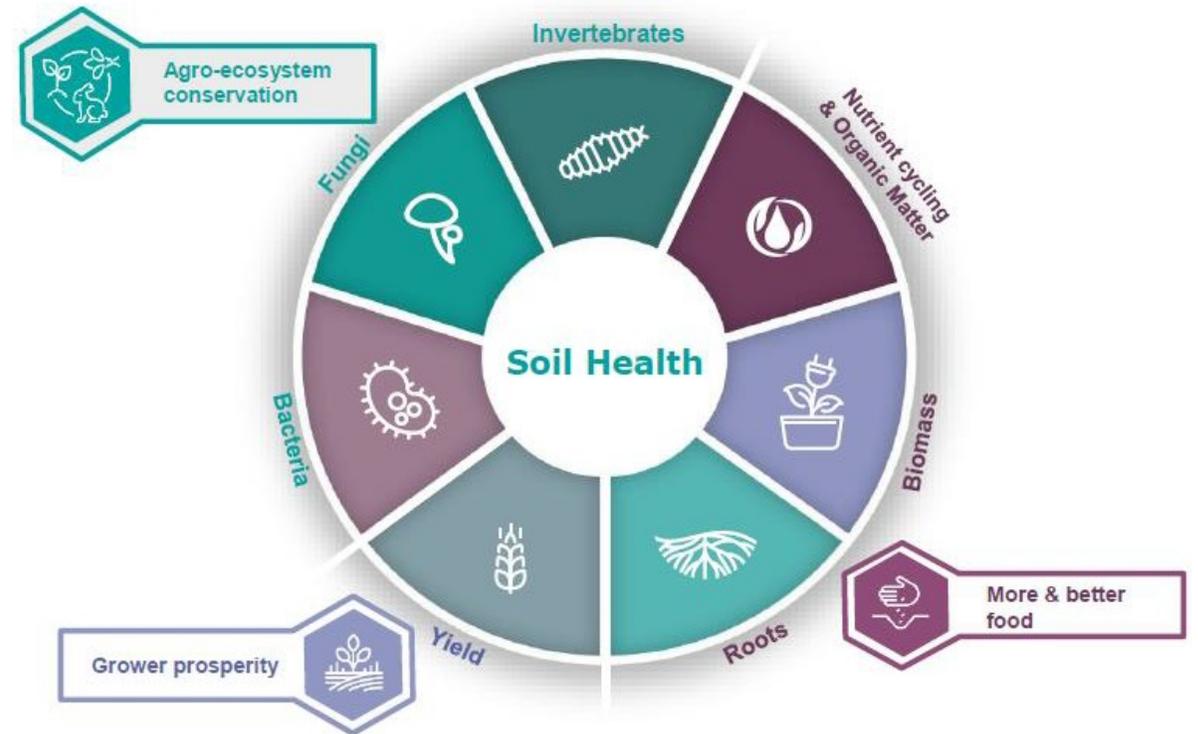
Accès aux outils numériques pour libérer le potentiel de l'agriculture de précision.



Soutenir la transition vers des pratiques agricoles régénératrices.

Santé des sols et biodiversité

« Des sols sains maintiennent une **grande diversité de faune du sol** qui aide à lutter contre les maladies des plantes, les insectes et les mauvaises herbes. **Les organismes du sol forment des associations symbiotiques bénéfiques avec les racines des plantes, recyclent les nutriments essentiels des plantes, améliorent la structure du sol au profit de la rétention de l'eau et des nutriments et, enfin, renforcent les cultures agricoles.** »



FAO, 2008.

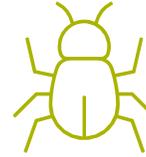
Santé des sols et pratiques agronomiques



La santé des sols est améliorée grâce à un travail sans labours ou réduit du sol.

L'adoption par les producteurs de **pratiques de travail sans labours ou réduit du sol et de gestion des résidus** pour la conservation des sols et de l'eau ainsi que la rétention de la matière organique est un domaine d'action pour le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales.

Ces pratiques **améliorent la diversité et la santé de la faune des sols** qui se charge de décomposer les végétaux, contribue au cycle nutritif **et améliore la structure du sol**.



Le travail réduit du sol/sans labours se fait au prix d'une forte pression due aux insectes/maladies du sol.

De nombreux agents pathogènes et organismes nuisibles des plantes survivent mieux sous le résidu de culture de l'année précédente, **ce qui rend les maladies et les insectes plus problématiques** dans des conditions de travail réduit du sol.

L'environnement **plus frais et humide** créé par le travail réduit du sol est **idéal pour les agents pathogènes et les organismes nuisibles qui provoquent des maladies et des dommages sur les racines**.

Traitements de semences – Outil permettant d'améliorer la santé des sols



Les traitements de semences ciblent les maladies et les insectes des sols.

Le traitement de semences assure une « **protection ciblée** » des semences et des semis contre les maladies et les organismes nuisibles **associés au travail d'agriculture sans labours ou réduit du sol**.



Cette pratique préserve la biodiversité de la communauté microbienne des sols.

La lutte contre les maladies et les organismes nuisibles du sol **réduit la concurrence pour les ressources des organismes bénéfiques**, y compris les champignons mycorhiziens et leur capacité à contribuer à **l'absorption des nutriments par la plante**.



Cette pratique améliore la phytomasse et la matière organique.

Non seulement les traitements de semences permettent de lutter contre les maladies et les organismes nuisibles, mais ils **améliorent aussi la santé des racines**, ce qui permet une absorption optimale de l'eau et des nutriments nécessaire à **la croissance globale de la plante** et une **augmentation de la matière organique dans le sol et la structure du sol**.

Catégories biologiques



Le biocontrôle

traite du stress biotique, c'est-à-dire le stress résultant des dommages causés à une plante par un organisme nuisible, un agent pathogène ou un autre organisme.



Insectes Maladies Mauvaises herbes



Le biostimulant

traite du stress abiotique. Il peut s'agir de toute substance appliquée aux plantes, aux semences ou à l'environnement des racines dans le but de stimuler les processus naturels des plantes. Les avantages peuvent inclure l'efficacité de l'utilisation des nutriments, la tolérance au stress abiotique ou la qualité de la culture.



Chal

Froid

Inondation/grêle



La fertilité biologique

répond aux besoins en nutriments. Ces produits sont présents dans la rhizosphère et à l'intérieur de la plante. Ils synthétisent des nutriments qui favorisent la croissance.



Inoculants



Endophytes

Plus grande incidence sur la santé des sols.

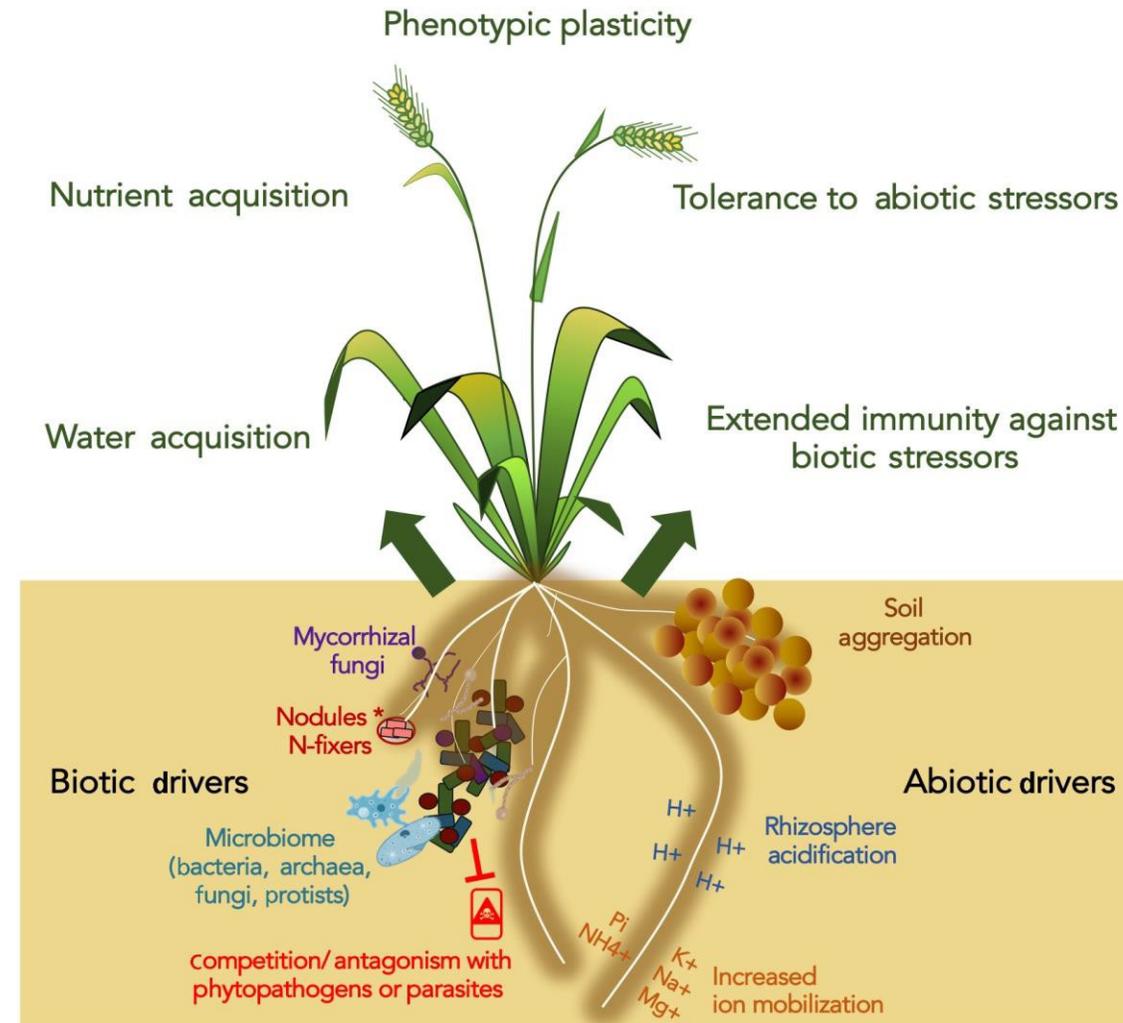
Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire

Agence canadienne d'inspection des aliments

Microorganismes du sol et leurs interactions avec les plantes

- Les plantes elles-mêmes constituent un écosystème et entretiennent des relations complexes avec les organismes du sol, qu'ils soient utiles ou nuisibles.
- Les plantes sécrètent des nutriments par leurs racines afin d'attirer les microorganismes bénéfiques et de travailler avec eux.
- Ces microorganismes bénéfiques contribuent à la santé générale des plantes en atténuant les stress liés aux conditions météorologiques, aux maladies et aux insectes.

Benefits provided by the extended root phenotype



<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/tpj.14781>

Cycle de l'azote

Azote

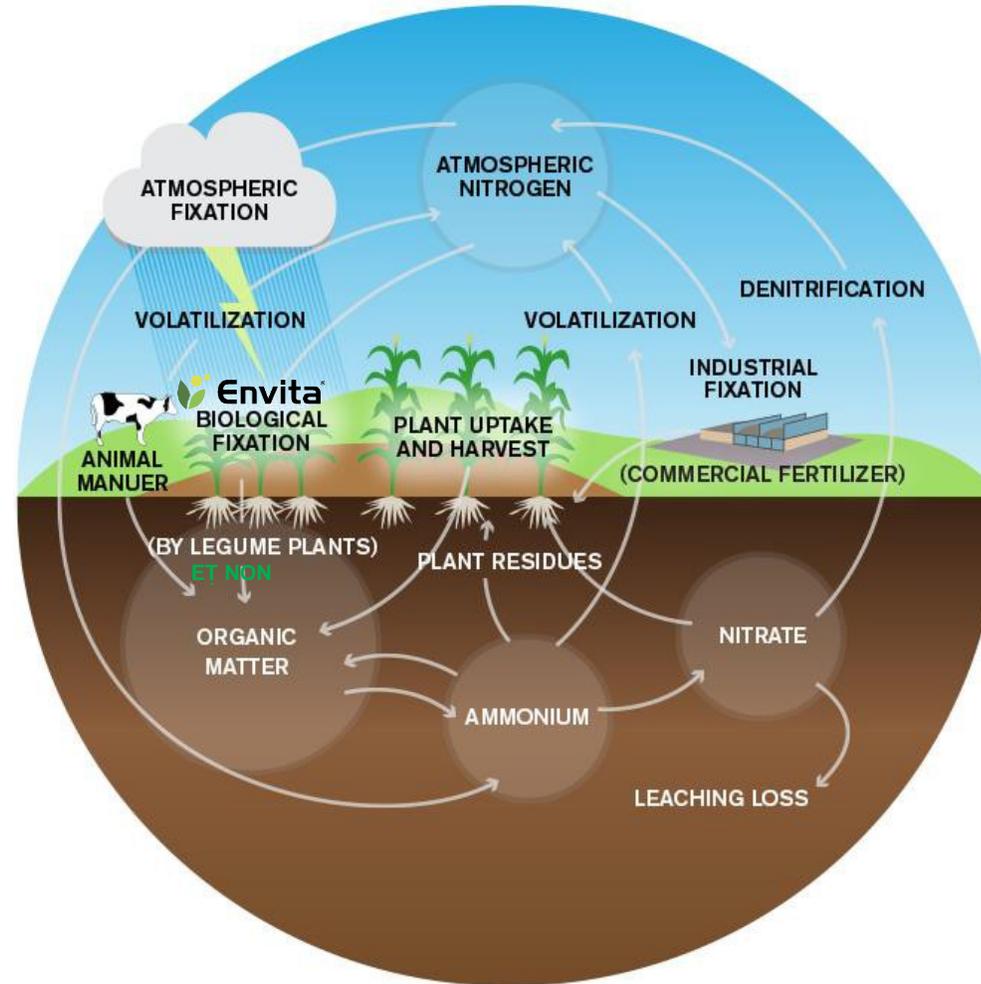
Formes et conversions

Nitrate et ammonium

- Importance de l'accessibilité pour la plante;
- Risques de pertes.

Matière organique

- Minéralisation;
- Immobilisation.



Teneur en azote de la culture

Maïs



1,5 livres de N par boisseau

200 boisseaux/acres de maïs = 300 livres de N

Canola



3 livres de N par boisseau

50 boisseaux/acres de canola = 150 livres de N

Application Cropwise™ Sustainability et norme sur les résultats durables en agriculture (Sustainable Outcomes in Agriculture [SOA])



La norme SOA a obtenu l'équivalence de niveau **OR** à la version 3.0 de la norme sur l'évaluation de la durabilité des exploitations agricoles de la Sustainable Agriculture Initiative Platform, reconnue mondialement.

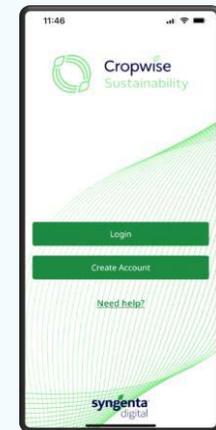


- La **norme** SOA est élaborée par Syngenta et accessible au public.
- Elle s'harmonise avec les engagements de la chaîne de valeur, la **santé des sols** étant l'un des résultats durables.
- Elle aide les producteurs agricoles à mesurer et à obtenir des **résultats en matière d'amélioration continue** dans l'exploitation agricole.



Cropwise®
Sustainability

- L'application Cropwise™ Sustainability a été **conçue pour que les agriculteurs** puissent raconter leur histoire.

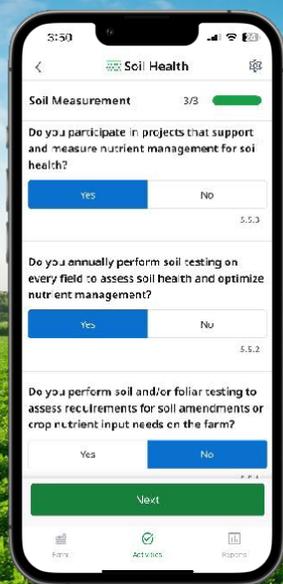


La norme SOA est conforme aux engagements de l'industrie

Engagements de l'industrie	Résultats durables associés en agriculture	Définition
Santé des sols	Santé des sols	Amélioration de la résilience et de la santé des sols au fil du temps pour séquestrer le carbone, favoriser la croissance des cultures et réduire les effets des conditions climatiques extrêmes, des pullulations de ravageurs et des déséquilibres nutritifs. Gestion des intrants de la production agricole en fonction des conditions du sol et des besoins des cultures afin de réduire au minimum les émissions de gaz à effet de serre . Conservation des sols et gestion des zones non agricoles et des zones de conservation afin de protéger la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines .
Utilisation de l'eau	Incidence sur l'eau	Amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau d'irrigation et réduction des risques liés à la rareté des sources d'eau utilisées pour l'irrigation des cultures. Gestion des systèmes de rétention, d'acheminement et d'évacuation de l'eau afin d' améliorer la productivité et les conditions de sol et de protéger la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines .
Biodiversité	Biodiversité et habitat	Protection et gestion des espèces non visées (p. ex. les pollinisateurs, les espèces bénéfiques, les animaux sauvages) et de leur habitat de manière à sauvegarder et à améliorer la qualité des habitats et la biodiversité . Amélioration de la diversité des systèmes de culture et conservation des zones non agricoles.
Moyens de subsistance des agriculteurs	Leadership communautaire	Soutien de la viabilité de la communauté locale et de sa compréhension de l'agriculture. Leadership, sensibilisation et développement de la jeunesse au sein des communautés de professionnels de l'agriculture. Accès communautaire à des zones de conservation.
	Santé humaine et animale	Protection du bien-être des travailleurs agricoles , des voisins et du bétail. Protection des consommateurs humains et animaux des produits contenant des ingrédients végétaux.
Agriculture régénératrice et de émissions carbone	Pratiques optimales de gestion de la production	Production efficace des cultures, dans les quantités, les qualités et les délais nécessaires à la viabilité financière , tout en réduisant au minimum les déchets et les émissions de gaz à effet de serre . Santé des cultures et production efficaces et économiquement optimales.
	Pratiques de gestion	Consignation des pratiques d'agriculture régénératrice ayant une incidence sur les émissions et la séquestration de carbone en ce qui concerne les cultures et sur d'autres indicateurs environnementaux.

Résultat : La santé des sols

Amélioration de la santé des sols pour **séquestrer le carbone**, **favoriser la croissance des cultures** et réduire les effets des conditions météorologiques extrêmes, des pullulations de ravageurs et des déséquilibres nutritifs. Gestion des intrants en fonction des conditions du sol et des besoins des cultures afin de **réduire au minimum les émissions**. Conservation des sols et gestion des zones non agricoles et des zones de conservation afin de **protéger la qualité de l'eau**.



Expérience des producteurs
Application Cropwise® Sustainability



Rapport global
PPoowweerrBBII PPrrroo

Facteurs :

- **Mesure du sol** – mesure du sol pour la gestion des nutriments;
- **Fonction du sol** – perturbation du sol, travail du sol, compactage;
- **Production pour la conservation** – rotation des cultures pour des bénéfices de conservation;
- **Gestion de l'érosion par ruissellement.**
- **Gestion de l'érosion éolienne.**

Texte des images PDF non modifiables :

Page 2:

<ul style="list-style-type: none">• Crop diversification• Livestock integration• Organic matter amendments• Minimum disturbance• Residue retention• Continuous living root	<ul style="list-style-type: none">• Diversification des cultures• Intégration du bétail• Amendements de la matière organique• Perturbation minimale• Rétention des résidus• Racines vivantes continues
<ol style="list-style-type: none">1. Increase infiltration2. Reduce evaporation3. Increase soil water storage4. Increase percolation for groundwater recharge5. Create conditions favorable for root proliferation and deeper growth6. Improve plant access to nutrients7. Suppress diseases8. Increase plant tolerance to drought9. Increase transpiration relative to evaporation	<ol style="list-style-type: none">1. Augmenter l'infiltration2. Réduire l'évaporation3. Augmenter le stockage de l'eau dans le sol4. Augmenter la percolation pour la recharge des eaux souterraines5. Créer des conditions favorables à la prolifération des racines et à une croissance plus profonde6. Améliorer l'accès des plantes aux nutriments7. Supprimer les maladies8. Augmenter la tolérance des plantes à la sécheresse9. Augmenter la transpiration par rapport à l'évaporation
<ul style="list-style-type: none">• Promote plant-microbe interaction• Improve soil structure	<ul style="list-style-type: none">• Favoriser l'interaction entre les plantes et les microbes• Améliorer la structure du sol

Page 5:

<ul style="list-style-type: none">• Mean A-Horizon loss• Annual crop yield reductions per county• Annual loss per farm	<ul style="list-style-type: none">• Perte de l'horizon A moyenne• Réductions annuelles du rendement des cultures par comté• Perte annuelle par exploitation agricole
--	--

Page 12:

<ul style="list-style-type: none">• Soil Health• Agro-ecosystem conservation• Grower prosperity• More & better food	<ul style="list-style-type: none">• Santé des sols• Conservation de l'agroécosystème• Prospérité des producteurs• Augmentation de la quantité et de la qualité des aliments
<ul style="list-style-type: none">• Invertebrates• Nutrient cycling & Organic Matter	<ul style="list-style-type: none">• Invertébrés• Cycle nutritif et matière organique

<ul style="list-style-type: none"> • Biomass • Roots • Yield • Bacteria • Fungi 	<ul style="list-style-type: none"> • Biomasse • Racines • Rendement • Bactéries • Champignons
--	--

Page 16:

<ul style="list-style-type: none"> • Benefits provided by the exten 	Avantages du phénotype étendu des racines
<ul style="list-style-type: none"> • Phenotypic plasticity • Tolerance to abiotic stressors • Nutrient acquisition • Water acquisition • Extended immunity against biotic stressors • Biotic drivers • Abiotic drivers 	<ul style="list-style-type: none"> • Plasticité phénotypique • Tolérance au stress abiotique • Acquisition de nutriments • Acquisition d'eau • Immunité étendue contre le stress biotique • Facteurs biotiques • Facteurs abiotiques
<ul style="list-style-type: none"> • Mycorrhizal fungi • Nodules * N-fixers • Microbiome (bacteria, archaea, fungi, protists) • Competition/antagonism with phytopathogens or parasites • Increased ion mobilization • Rhizosphere acidification • Soil aggregation 	<ul style="list-style-type: none"> • Champignons mycorrhiziens • Nodules fixateurs N * • Microbiome (bactéries, archée, champignons et protistes) • Compétition/antagonisme avec des phytopathogènes ou des parasites • Mobilisation accrue des ions • Acidification de la rhizosphère • Agrégation du sol

Page 17:

<ul style="list-style-type: none"> • ATMOSPHERIC FIXATION • ATMOSPHERIC NITROGEN • VOLATILIZATION • DENITRIFICATION • ANIMAL MANUER • BIOLOGICAL FIXATION • PLANT UPTAKE AND HARVEST • INDUSTRIAL FIXATION • (BY LEGUME PLANTS) & NON-LEGUMES • PLANT RESIDUES • (COMMERCIAL FERTILIZER) • ORGANIC MATTER • AMMONIUM 	<ul style="list-style-type: none"> • FIXATION ATMOSPHÉRIQUE • AZOTE ATMOSPHÉRIQUE • VOLATILISATION • DÉNITRIFICATION • FUMIER DE FERME • FIXATION BIOLOGIQUE • ABSORPTION PAR LES PLANTES ET RÉCOLTE • FIXATION INDUSTRIELLE • (PAR LES PLANTES LÉGUMINEUSES ET NON LÉGUMINEUSES) • RÉSIDUS VÉGÉTAUX • (ENGRAIS CHIMIQUE) • MATIÈRE ORGANIQUE • AMMONIUM
---	---

- NITRATE
- LEACHING LOSS

- NITRATE
- PERTE PAR LESSIVAGE