



# Cultures d'Industrie sur Sols Vivants

- Livret technique -





# Sommaire

---

<b>Le projet Cultures d'Industrie sur Sols Vivants</b>	<b>4</b>
<b>Les principes fondamentaux de l'agroécologie</b>	<b>6</b>
Définition de l'agroécologie	7
Le sol : qu'est-ce que c'est ?	7
<b>Fertilité du sol</b>	<b>9</b>
Fertilité physique	10
Fertilité chimique	11
Fertilité biologique	19
<b>Gestion de la fertilisation</b>	<b>24</b>
Autonomie azotée	25
Les couverts végétaux : une pratique incontournable en agroécologie	27
Lien entre agroécologie et carbone	31
Etude de cas : Dynamique carbone en agroécologie	31
Leviers d'amélioration du bilan carbone	32
L'agriculture de conservation : quel matériel choisir ?	34
Strip-till vs TCS en culture de betterave sucrière	34
Semis de betterave avec une multi-fraise en sols très légers	34
Semis de pommes de terre sous la coupe d'engrais vert	34
Semis direct de couverts avant pomme de terre	34
<b>Biodiversité fonctionnelle</b>	<b>35</b>
Ravageurs, auxiliaires et lutte biologique	36
<b>Faire son diagnostic</b>	<b>40</b>
L'Indice de Régénération	41
Le test bêche	41
Le comptage des vers de terre	43
Analyses de sol et de plantes	44
Analyse physico-chimique - (coût : € à €€)	44
Analyses biologiques - (coût : €€€)	44
Analyses de sève - (€ à €€)	46
Etude de cas : comment déterminer l'état de santé du sol ?	47
<b>Gestion économique</b>	<b>50</b>
Sécurisation économique et financière d'un système agroécologique	51

# Liste des abréviations

---

**B** : Bore  
**Ca** : Calcium  
**CEC** : Capacité d'Echange Cationique  
**CH4** : Méthane  
**CIMS** : Cultures Intermédiaires Multi-Services  
**CISV** : Cultures d'Industrie sur Sols Vivants  
**Co** : Cobalt  
**CO2** : Dioxyde de carbone  
**Cu** : Cuivre  
**EBE** : Excédent Brut d'Exploitation  
**Fe** : Fer  
**GES** : Gaz à Effet de Serre  
**IB** : Indice de Battance  
**ha** : Hectare  
**IR** : Indice de Régénération  
**ITK** : Itinéraire technique  
**K** : Potassium  
**Meq** : Milliéquivalent  
**Mg** : Magnésium  
**Mn** : Manganèse  
**MO** : Matière Organique  
**Mo** : Molybdène  
**MS** : Matière Sèche  
**N** : Azote  
**N2** : Diazote (azote atmosphérique)  
**N2O** : Oxydes d'azote  
**Na** : Sodium  
**NH4+** : Ammonium  
**Ni** : Nickel  
**NO2-** : Nitrites  
**NO3-** : Nitrates  
**PAC** : Politique Agricole Commune  
**Se** : Sélénium  
**TCS** : Techniques Culturelles Simplifiées  
**Zn** : Zinc



# Le projet Cultures d'Industrie sur Sols Vivants

---

Depuis 4 ans, le projet Cultures d'Industrie sur Sols Vivants (CISV) opère pour atteindre un double objectif :

- Accompagner les producteurs de pommes de terre et de betteraves sucrières dans la mise en place de pratiques agroécologiques ;
- Construire les conditions pour pérenniser des filières agroécologiques en y associant l'ensemble des parties prenantes.

CISV, c'est 75 fermes productrices de pommes de terre et/ou de betteraves sucrières engagées dans la transition agroécologique.

En raison de la grande variété des types de sol et des climats sur la zone étendue du projet, cinq groupes ont été formés pour regrouper les fermes qui se trouvent dans un contexte pédo-climatique similaire.

Des formations, des temps collectifs d'échange et des accompagnements individuels ont été réalisés tout au long du projet et ont participé à guider les démarches de progrès à l'échelle des exploitations.



Répartition des agriculteurs du projet CISV

Le projet CISV intègre l'ensemble des partenaires des filières pomme de terre et betterave sucrière (agriculteurs, intermédiaires, partenaires techniques et aval), pour construire collectivement le cadre de structuration de filières agroécologiques.

Afin d'accompagner les agriculteurs en filière, les animateurs de chaque groupe mesurent les Indices de Régénération (IR) chez chacun des agriculteurs engagés dans le projet. Cela permet de suivre leur

progression, de construire avec eux leur plan de progrès et de leur apporter l'accompagnement nécessaire à sa mise en œuvre.

Les formations et l'apport d'expertise mis à disposition des agriculteurs engagés dans le projet Cultures d'Industrie sur Sols Vivants leur ont permis de monter en compétences sur les leviers agronomiques de la transition agroécologique. Comme analysé dans la Synthèse des Indices de Régénération 2022, les itinéraires techniques des agriculteurs participants au projet ont ainsi évolué :

- Plus de la moitié du travail du sol réalisé sur l'atelier Grandes cultures et Cultures d'industrie s'appuie sur des techniques culturales simplifiées moins profondes que le labour, et sur du semis direct ;
- 70% des agriculteurs mettent en place une stratégie de fertilisation alternative en appliquant de l'azote organique ou en intégrant des légumineuses en culture ou en couvert sur au moins la moitié de leur surface cultivée ;
- Les restitutions de carbone moyennes sont de 4.5t/ha, ce qui correspond à la fourniture en biomasse qui permet le fonctionnement biologique du sol.

A destination des techniciens et agriculteurs qui souhaitent en apprendre plus sur l'agroécologie, ce livret technique est une synthèse de toutes les formations réalisées dans le cadre du projet CISV.







# Les principes fondamentaux de l'agroécologie





# Définition de l'agroécologie

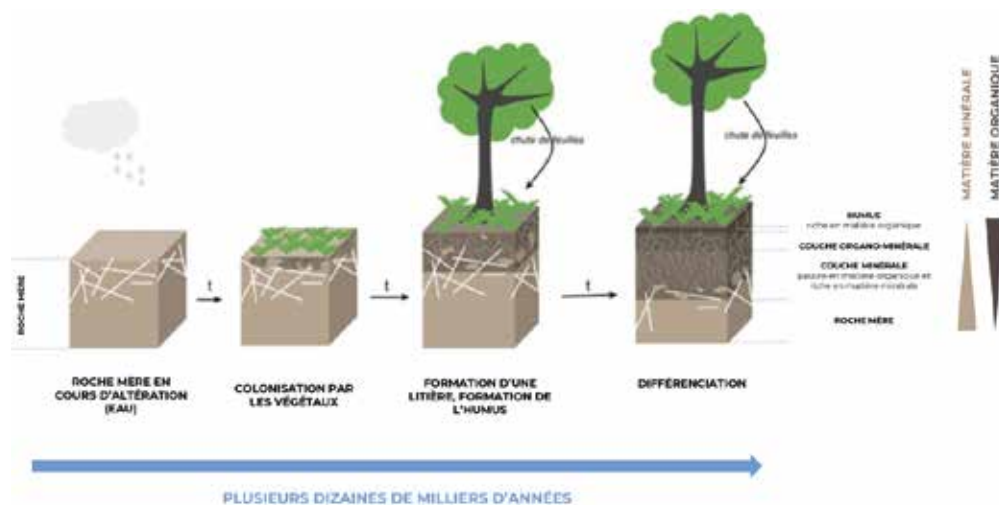
Chez Pour une Agriculture du Vivant, l'agroécologie est une démarche de progrès vers des systèmes agricoles dans lesquels c'est le Vivant qui assure au maximum la fertilité du sol, la nutrition des plantes et la protection des cultures.

Concrètement, cela se traduit par des pratiques qui permettent de réduire le travail du sol et de le couvrir au maximum, afin d'en maximiser l'activité biologique, et d'apporter de la diversité pour favoriser les auxiliaires et ainsi renforcer la régulation naturelle.

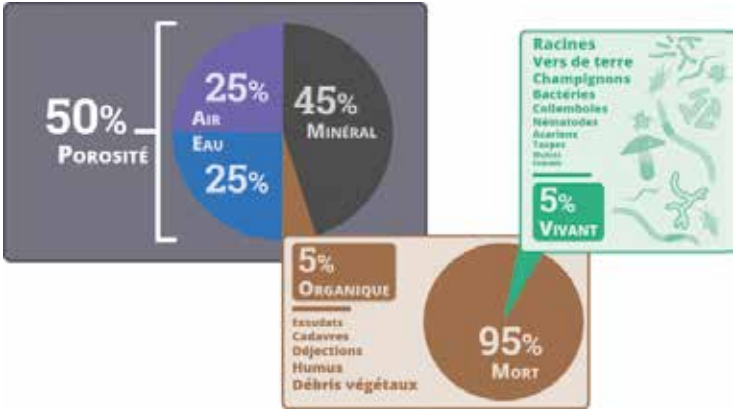


## Le sol : qu'est-ce que c'est ?

Un sol est le résultat de l'altération d'une roche mère par l'action des éléments (vent, pluie) et des végétaux. Ce processus dure plusieurs dizaines de milliers d'années. Le sol est donc une couche, plus ou moins épaisse selon son âge et sa situation géographique, constituée d'un mélange de matière organique (issue du vivant) et de matière minérale.



Un sol en bon état est constitué de 50% de vide, c'est-à-dire de pores remplis d'eau et d'air. La fraction minérale issue de la roche-mère représente environ 45%. Les 5% restants sont cruciaux en agroécologie : c'est la fraction organique, souvent appelée "matière organique", issue des déjections d'animaux, des débris végétaux, des racines, des vers de terre, des champignons, des bactéries... Dans cette catégorie organique, seuls 5% sont occupés par les organismes vivants. La fertilité biologique repose donc sur 0,25% de ce qui constitue un sol.



La composition d'un sol © Ver de Terre Production





# Fertilité du sol



La fertilité du sol repose sur 3 sous-catégories de fertilité intrinsèquement liées :

- physique (structure, porosité, compactations) ;
- chimique (CEC, pH) ;
- biologique (micro-organismes, champignons, bactéries).

# Fertilité physique

---

## Les éléments essentiels

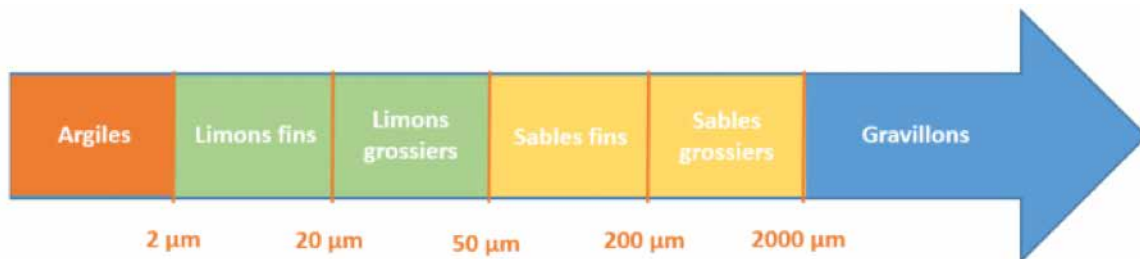
Le sol est le support de la plante et celle-ci doit être capable de l'explorer au moyen de ses racines, mais aussi d'y puiser l'eau dont elle a besoin. Pour remplir correctement sa mission, l'état structural et la porosité doivent être optimaux : c'est la fertilité physique du sol.

## Qu'est-ce qui définit le type de sol ?

La composition de la roche mère est l'élément principal qui définit le type minéral d'un sol. Certains apports externes peuvent également participer à modifier la minéralogie d'un sol, comme le limon éolien par exemple.

Le sol est composé de constituants minéraux à la granulométrie variable :

- sables ( $> 50 \mu\text{m}$ ) ;
- limons (entre 2 et  $50 \mu\text{m}$ ) ;
- argiles ( $< 2 \mu\text{m}$ ).



Connaître la proportion de chacun de ces constituants minéraux dans un sol permet d'identifier sa texture. Cela apporte des informations utiles sur la gestion de la fertilisation et de l'eau d'une parcelle. La texture du sol s'apprécie uniquement au toucher, à l'état humide sauf dans les cas extrêmes, lorsque la texture majoritaire est le sable par exemple.

De la fertilité physique dépend en grande partie la "fertilité hydrique" du sol, sa capacité à retenir l'eau et à la mettre à disposition de la plante.

Réserve utile en eau : ce réservoir dépend de la profondeur et de la texture du sol. Sur 1 cm de sol, la réserve utile est en moyenne de 1,7 mm d'eau (0,8 mm sur un sol sableux et 2 mm sur un sol argilolimoneux).



### Remarque d'expert :

Sur le terrain, vérifier la structure avant d'intervenir car :

- il y a un risque de tassement et une perte de rendement si le sol est trop peu structuré et ne parvient pas à porter les engins agricoles ;
- il n'est pas forcément nécessaire de passer le décompacteur.

**Question :** Dans le cas d'une texture de sol malléable, les chenilles sont-elles la meilleure solution ?

Il y a certes une meilleure répartition du poids, mais attention, il existe différents types de chenilles. Dans certains cas, toute la force à l'accélération est répartie sur la première roue, entraînant donc un tassement similaire à une situation sans chenille. De plus, la chenille peut transmettre les vibrations du tracteur au sol et le tasser davantage.

# Fertilité chimique

---

## Les éléments essentiels

La fertilité chimique d'un sol correspond à sa capacité à fournir tous les éléments nécessaires à la croissance des plantes. Au même titre que la fertilité physique, elle est très liée à la fertilité biologique du sol.

## Capacité d'Échange Cationique

La CEC reflète la quantité de vraies argiles et leur **capacité à retenir les éléments minéraux**. Une CEC de 20-25 est considérée comme très bonne.

La CEC est toujours occupée, mais plus les cations sont lessivés (calcium, magnésium, potassium, sodium, hydronium), plus les ions H<sup>+</sup> viennent prendre leur place (acidification).

## Les oligo-éléments

Présents en très faibles quantités (quelques g/ha), ils jouent un rôle essentiel dans les mécanismes de croissance. Les six principaux oligo-éléments sont le fer, le manganèse, le zinc, le bore, le cuivre et le molybdène. D'autres oligo-éléments comme le cobalt, le sélénium et le nickel agissent comme des catalyseurs.

- Fer (Fe) : Le fer est nécessaire pour la formation des chlorophylles, qui sont essentielles à la photosynthèse. Il joue également un rôle dans la respiration et le transport des électrons.
- Manganèse (Mn) : Le manganèse est impliqué dans la photosynthèse, la formation des chlorophylles et l'activation des enzymes nécessaires à la croissance des plantes.
- Zinc (Zn) : Le zinc est essentiel pour la synthèse des protéines et des hormones dans les plantes. Il joue également un rôle dans la formation des chlorophylles et dans la régulation de la croissance des racines.
- Bore (B) : Le bore est nécessaire à la formation du tissu végétal, à la synthèse des acides nucléiques et des protéines. Il joue un rôle important dans la division cellulaire et la croissance des racines.



- Cuivre (Cu) : Le cuivre est un cofacteur essentiel pour de nombreuses enzymes impliquées dans la photosynthèse, la respiration cellulaire et la formation de la lignine.
- Molybdène (Mo) : Le molybdène est nécessaire à la fixation biologique de l'azote et à la conversion de l'azote en ammonium, une forme utilisable par les plantes.
- Cobalt (Co) : Le cobalt est nécessaire à la fixation de l'azote atmosphérique par les bactéries symbiotiques dans les légumineuses.
- Sélénium (Se) : Le sélénium joue un rôle important dans la protection contre le stress oxydatif et est impliqué dans la régulation de la croissance des plantes.
- Nickel (Ni) : Le nickel est nécessaire à l'activité d'une enzyme appelée uréase, qui est impliquée dans la conversion de l'urée en ammoniac, une forme d'azote utilisable par les plantes.
- Calcium (Ca) : les sels de calcium  $\text{CaCO}_3$  améliorent l'aération, la porosité à l'échelle des microparticules.
- Magnésium (Mg) : les sels de magnésium absorbent l'humidité, ils contiennent des molécules d'eau. Un taux de magnésium à 3 ou 4 % suffit à nourrir les plantes.
- Potassium / sodium (K/Na) : n'ont pas d'incidence sur la structure du sol tant qu'ils ne dépassent pas un certain seuil (5 % sodium ; 10 % potassium) au-delà duquel ils peuvent avoir un effet dispersant sur les agrégats.

Cette répartition "idéale" est fonction de la taille de la CEC (dépendante des taux d'Argile/Limon/Sable) : Des sols sableux auront une CEC faible (~2 meq/100g) et auront besoin de cohésion (ratio Ca/Mg : 60/20), alors que des sols argileux auront une CEC élevée (~30 meq/100g) et auront besoin d'aération (ratio Ca/Mg : 70/10).

Sur les sols très sableux (siliceux) où il n'y a ni argile, ni ver de terre, il faut jouer sur le ratio Ca/Mg pour assurer la stabilité structurale.

## Rapport calcium/magnésium

**Ca/Mg** sont des cations **divalents** : peuvent s'accrocher à l'argile et à l'humus grâce à leurs 2 attaches électriques :

- **Ca** : a un effet structurant **aérateur** car il possède une faible couche d'eau autour de lui ;
- **Mg** : a un effet structurant **cohésif** car il possède une large couche d'eau autour de lui.



© Francis Bucaille

## Point de vigilance sur le Magnésium

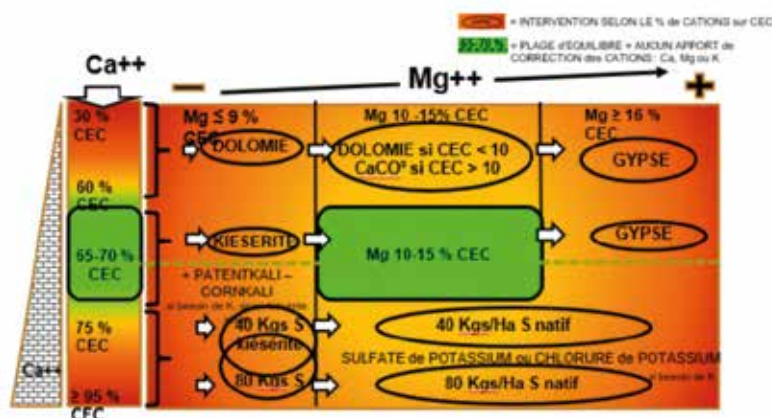
On peut avoir une carence en Mg dans les plantes alors que le sol en est saturé ! Dans ce cas, c'est l'effet cohésif du Mg qui est trop fort et qui empêche les racines et poils absorbants d'aller explorer le sol pour absorber les nutriments.



## Thématique pH

Le pH n'est pas le bon indicateur pour choisir les amendements pour son sol. Il faut regarder les ratios Ca/Mg/K sur la CEC. Le rééquilibrage de ces éléments provoquera un rééquilibrage du pH, et non l'inverse.

Selon les ratios Ca et Mg, le tableau suivant résume les préconisations d'amendements à apporter :



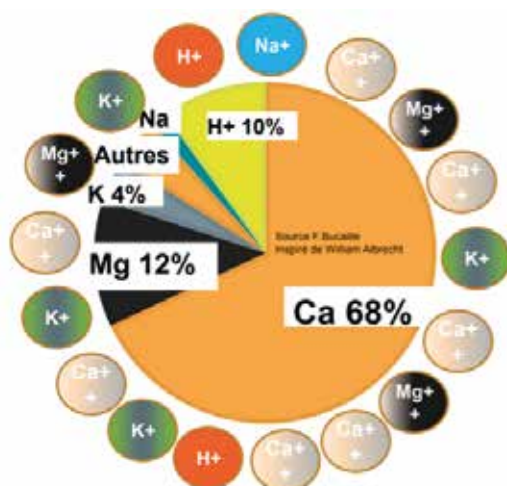
© Francis Bucaille

## Equilibres chimiques

Les propriétés biologiques et physiques du sol sont conditionnées en partie par les équilibres chimiques du sol. Afin de restaurer la fertilité des sols, il est important de se pencher sur ces équilibres. Le pH ne suffit pas pour piloter la fertilité chimique des sols. Il permet seulement d'informer sur l'acidité du sol, et donc sur la capacité d'absorption des nutriments.

Afin de piloter les amendements, il est important d'analyser la répartition des cations sur la CEC. Le magnésium agissant comme une "colle" sur les argiles, et le calcium donnant de l'aération au sol, le rapport Ca/Mg est essentiel à surveiller pour favoriser le rapport air/eau optimal. Plus le sol sera doté en argile, moins il faudra de magnésium.

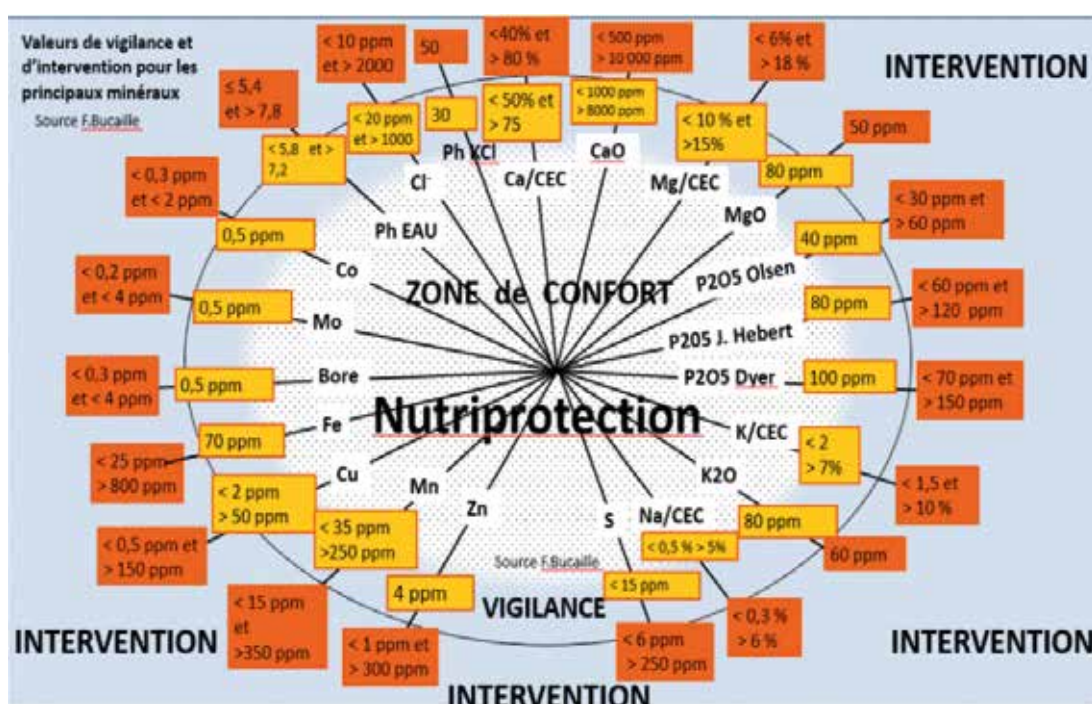
Répartition idéale des cations sur la CEC :



En résumé, voici quelques règles à respecter pour corriger les équilibres minéraux du sol :

1. Équilibrer le ratio Ca/Mg ;
2. Ajuster les éléments K<sup>+</sup> et Na<sup>+</sup> ;
3. Veiller au taux de soufre et de phosphore ;
4. Corriger les oligo-éléments.

A partir de certains seuils résumés dans le schéma ci-dessous, il sera nécessaire d'intervenir. Par exemple, le rapport Ca / CEC est optimal entre 50% et 75%. S'il devient < 40% ou > 80%, il faudra venir le corriger par des apports.



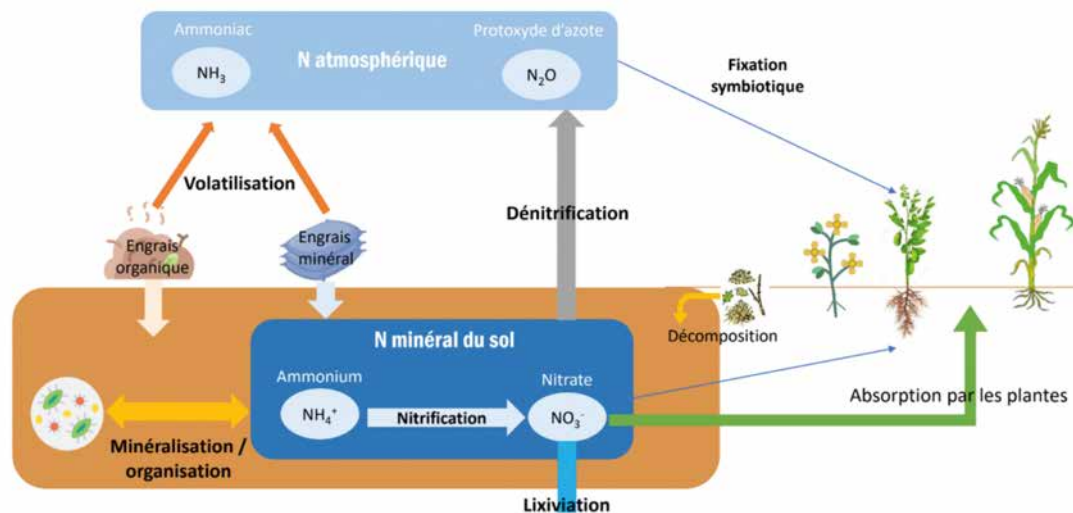
## La fertilité azotée

Les engrais azotés minéraux sont essentiels pour la croissance des plantes. Ils sont disponibles sous différentes formes, notamment l'urée, l'ammonium et les nitrates. Chaque forme a des propriétés spécifiques et est utilisée en fonction des besoins spécifiques des cultures et des conditions du sol.

Une fois appliqués, les engrais minéraux azotés subissent divers processus dans le sol. Par exemple, l'urée subit une hydrolyse pour se transformer en ammonium, qui peut ensuite être nitrifié en nitrates. Ces processus peuvent être influencés par des facteurs tels que la fixation des argiles, la volatilisation, la dénitrification et la lixiviation. L'azote sous forme de nitrate est ensuite absorbé par les plantes.



## Le cycle de l'azote



© Agrotransfert

**Fixation de l'azote :** L'azote atmosphérique (N<sub>2</sub>), qui n'est pas directement utilisable par les plantes, est converti en formes utilisables par les plantes, principalement par des bactéries fixatrices d'azote qui vivent dans le sol ou en symbiose avec certaines plantes, notamment les légumineuses.

**Minéralisation :** Les matières organiques du sol (débris végétaux, matières animales, etc.) contiennent de l'azote sous forme organique. Les micro-organismes du sol décomposent ces matières organiques en libérant de l'azote sous forme minérale (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), processus appelé minéralisation.

**1/3 de l'apport est consommé par l'activité biologique et les matières organiques du sol qui se minéralisent lentement (jusqu'à 30 ans après l'apport).**

**Nitrification :** Les bactéries nitrifiantes transforment l'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) en nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) puis en nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Les nitrates sont la forme d'azote la plus facilement assimilable par les plantes.

**Assimilation :** Les plantes absorbent les nitrates du sol par leurs racines et les transforment en protéines et autres composés azotés nécessaires à leur croissance et à leur développement.

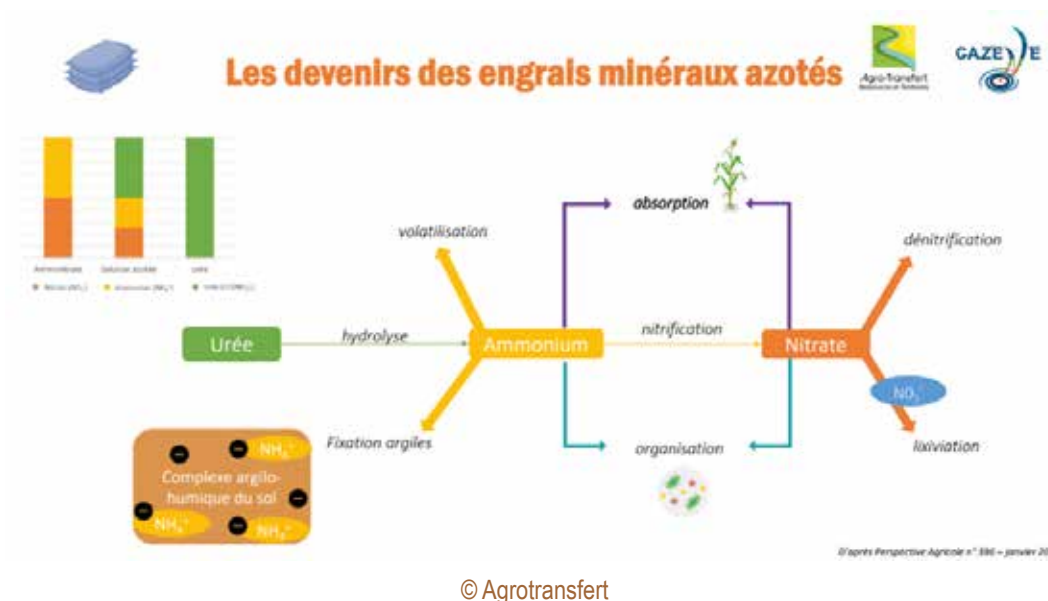
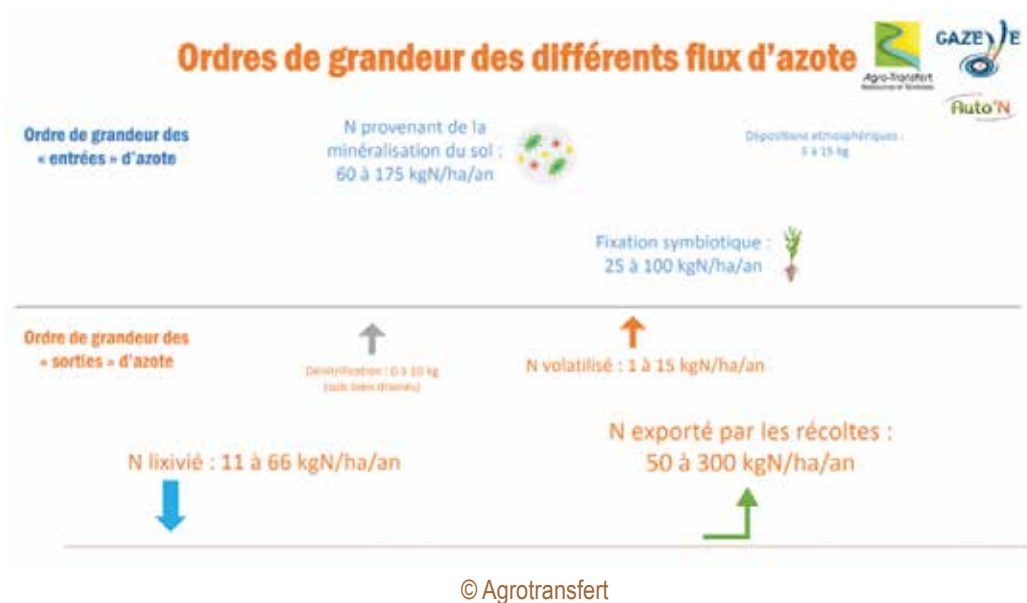
**Dénitrification :** Dans les sols saturés en eau, où l'oxygène est limité, certaines bactéries peuvent convertir les nitrates en N<sub>2</sub> ou en N<sub>2</sub>O, qui sont libérés dans l'atmosphère. Ce processus est appelé dénitrification.

**Volatilisation :** L'azote peut également être perdu par volatilisation, principalement sous forme de NH<sub>3</sub>, lors de l'application d'engrais azotés, en particulier sous forme d'urée.

La lixiviation est un processus par lequel les nutriments solubles, les sels, les produits phytosanitaires, les engrais ou d'autres contaminants sont lessivés du sol par l'eau qui s'infiltre. Cela se produit lorsque l'eau de pluie ou l'eau d'irrigation s'infiltre dans le sol et descend à travers les différentes couches de sol,



entraînant avec elle des substances solubles.

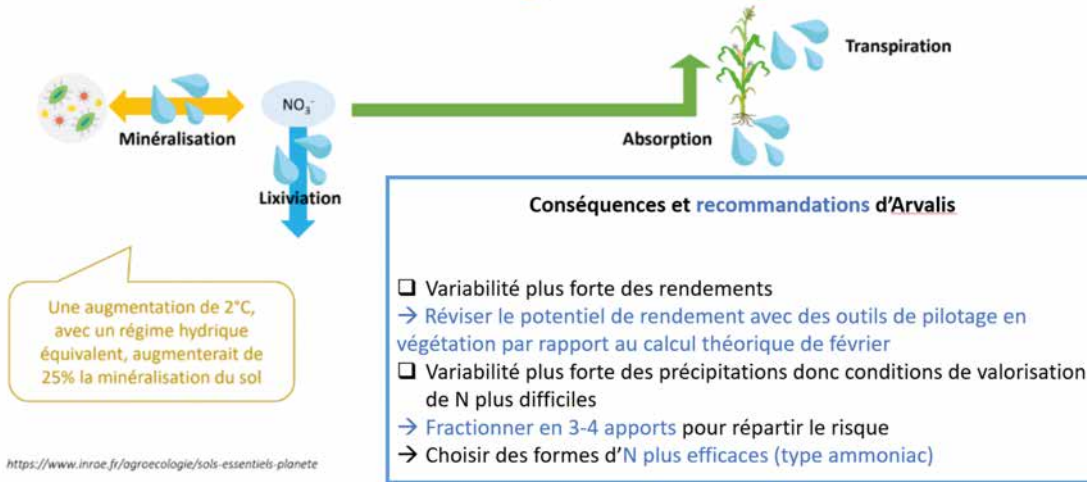


## Adaptation de la fertilisation minérale face au changement climatique

Le changement climatique a un impact sur la minéralisation du sol. Par exemple, une augmentation de 2°C, avec un régime hydrique équivalent, augmenterait de 25% la minéralisation du sol. Il est donc essentiel d'adapter les pratiques de fertilisation minérale pour répondre à ces changements.



## Adaptation de la fertilisation minérale face au changement climatique



© Agrotransfert

**Méthodes de pilotage :** Il existe divers outils et méthodes pour piloter la fertilisation minérale, notamment la méthode du bilan (évaluation de l'azote à apporter en fonction des fournitures du sol et du besoin des cultures) et celle du fractionnement (optimisation des apports d'azote appliquant les doses tout au long du cycle de la culture, en ciblant les créneaux météorologiques). Ces méthodes permettent de gérer efficacement l'application des engrais minéraux pour optimiser la croissance des cultures.

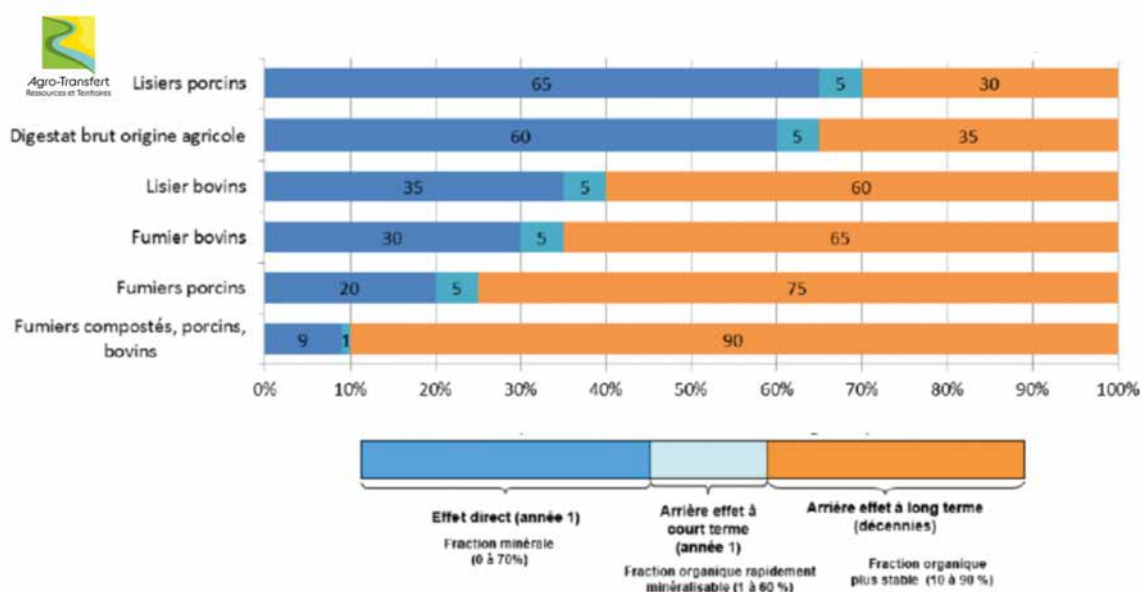
## Sources organiques d'azote dans le système

Bien distinguer l'effet direct et l'arrière-effet des produits organiques (PRO) pour ajuster la fertilisation dans le temps :

PRO à minéralisation rapide : 30 à 80 % du N minéralisé les 1<sup>ers</sup> mois voire les 1<sup>ères</sup> semaines.

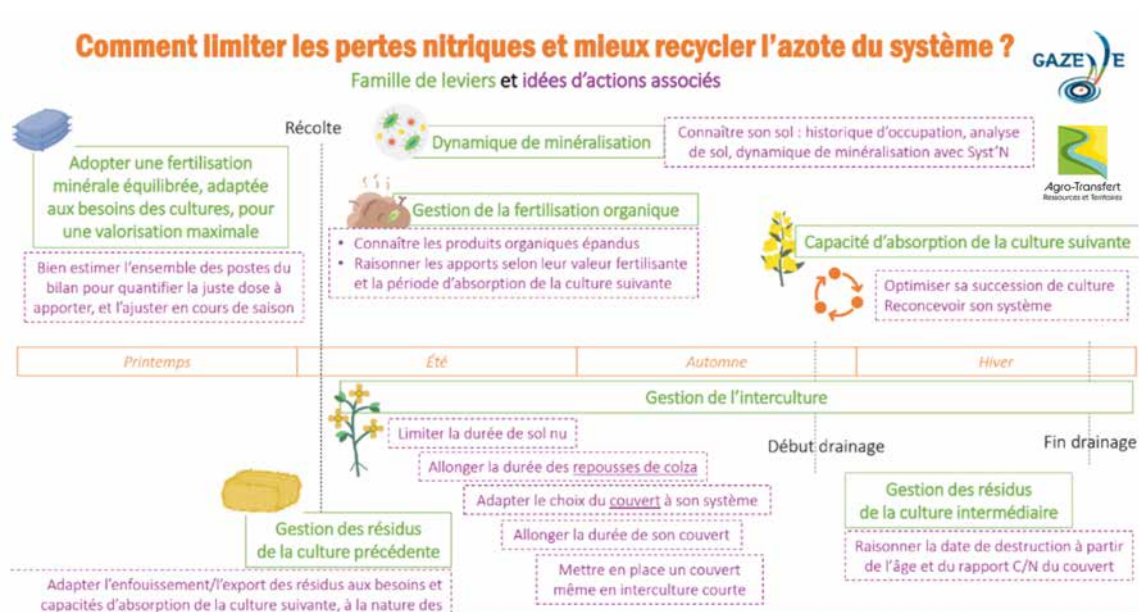
PRO à minéralisation lente : 10 à 15 % du N minéralisé l'année suivant l'apport.





© Agrotransfert

## Limiter les pertes en lessivage ou en volatilisation



© Agrotransfert

Pour aller plus loin :

<http://www.agro-transfert-rt.org/projets/gazelle/>

<http://cultivons-les-couverts.agro-transfert-rt.org/>

Annuaire / comparateur des outils numériques en agriculture :

<https://www.lesoutilsnumeriquesdesagriculteurs.com/itineraires-culturelles-grandes-cultures/>



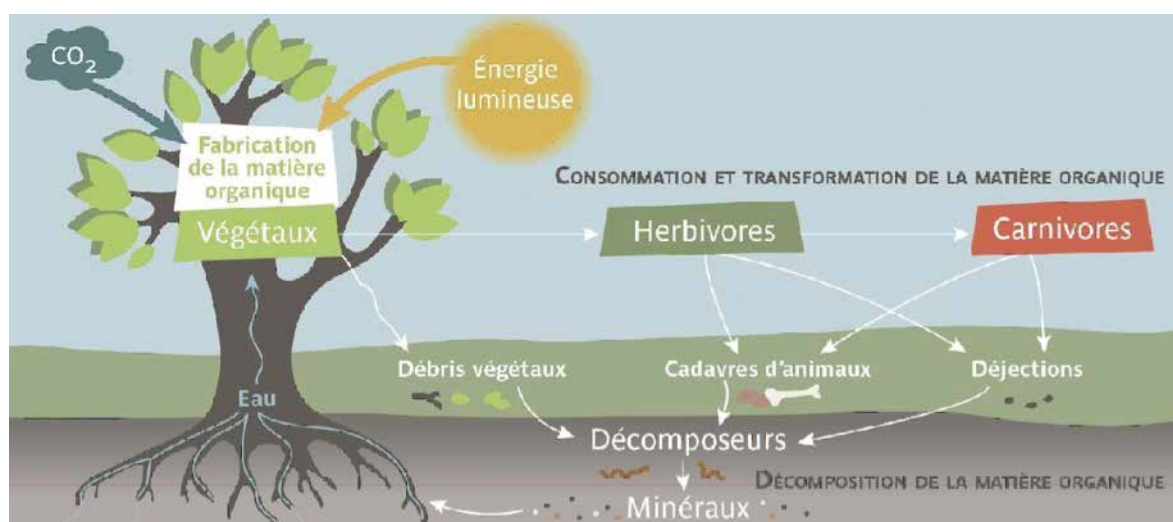
# Fertilité biologique

## Les éléments essentiels

Indispensable à une bonne fertilité physico-chimique, la fertilité biologique dépend de la quantité de matière organique du sol, source de nourriture pour les organismes du sol.

La **fertilité biologique** est l'aptitude du sol à améliorer la fertilité chimique et physique par l'action des organismes vivants du sol.

L'ensemble des organismes vivants du sol contribuent à la dégradation de la matière organique qui entraîne la libération des éléments nutritifs nécessaires à la plante. Une fraction de la matière organique, facilement dégradable, participe à la fertilité du sol en nourrissant la biomasse microbienne qui, elle-même, participe à la nutrition des plantes en azote, phosphore... Une autre fraction dite « stable » a un rôle de structuration du sol.



L'équilibre du ratio entre dégradation et stabilisation de la matière organique détermine la fertilité biologique des sols.

Les organismes emblématiques de cette activité biologique sont les vers de terre dont la présence est un bio-indicateur de la fertilité du sol. Ils contribuent également à la stabilité de la structure du sol ou encore favorisent l'accès à l'eau et aux nutriments pour les plantes.

De plus, la fertilité du sol contribue à la protection des végétaux, à savoir qu'un sol fertile est un sol possédant une diversité importante d'organismes vivants qui peuvent aider à la régulation biologique de l'écosystème agricole.

L'activité biologique des sols impacte la structure du sol et est encouragée par des pratiques telles que la rotation des cultures ou encore la mise en place de couverture végétale qui limite l'érosion en hiver.

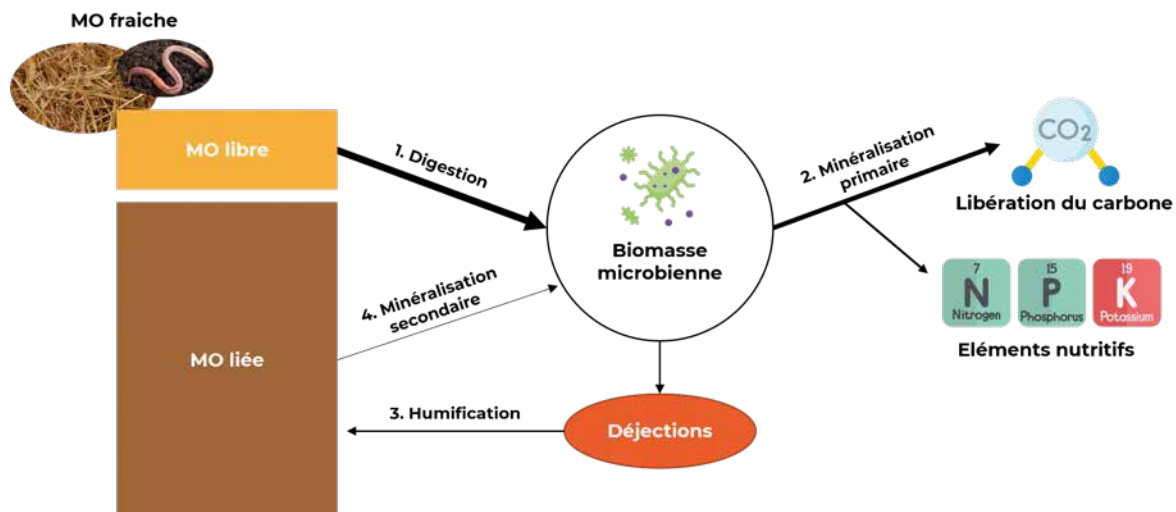


## L'élément central : la matière organique

La matière organique est présente dans les sols sous différentes formes. Il y a d'une part les êtres vivants : racines des végétaux, micro-organismes (bactéries, champignons) et macro-organismes (vers de terre, insectes, etc.) ; et, d'autre part, les matières organiques mortes ou inertes : débris végétaux, déjections animales et microbiennes, colles biologiques, cadavres. C'est cette deuxième catégorie qui est considérée dans la mesure du taux de matière organique d'un sol.

Au sein de la matière organique, on différencie deux fractions : la matière organique libre et la matière organique liée. La matière organique libre (ou labile) est la nourriture des micro-organismes. En la consommant, ils vont libérer des éléments nutritifs pour les plantes. Cette MO est "fraîche", c'est-à-dire qu'elle n'a pas ou peu été transformée par d'autres organismes. La MO dite liée est le gîte, elle n'apporte pas de nourriture à la vie du sol mais confère au sol des propriétés structurantes et de stabilité à long terme et des propriétés d'échanges d'éléments minéraux. Ce sont les déjections de la biomasse microbienne lors de la digestion des MO libres qui créent cette fraction liée de la matière organique, appelée aussi humus. Cette MO est très liée aux matières minérales du sol et particulièrement aux argiles. Elle est donc très peu minéralisable au contraire de la matière organique libre. Les particules d'argiles et d'humus étant toutes deux chargées négativement, elles retiennent les cations ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ...), éléments essentiels à la plante. Des échanges de cations ont lieu entre le complexe argilo-humique et la solution du sol, ce que l'on appelle la capacité d'échange cationique (CEC). Plus elle est élevée, moins les cations seront lessivés : ils seront donc plus accessibles aux plantes.

Pour résumer, les MO libres apportent de la nourriture à la biomasse microbienne qui la minéralise en partie (libération de nutriments tel que l'azote et le  $\text{CO}_2$ ) et dont les déjections viennent enrichir le sol en MO liée. La MO liée participe à la stabilité structurale à long terme du sol et à la CEC.



La matière organique joue un rôle fondamental dans la fertilité des sols. Il est admis qu'une augmentation du taux de matière organique améliore toutes les fonctions assurées par les sols (Pascal Boivin, 2018) :

- Porosité
- Rétention d'eau
- Aération
- Infiltration
- Activité
- Réserve de nutriments
- Biodiversité
- Thermique

- Portance
- Stabilité – résistance mécanique
- Epuration

Tous ces éléments expliquent pourquoi il est primordial de maximiser la production de biomasse végétale, puisqu'elle nourrit toute la chaîne trophique et qu'elle permet d'enrichir le sol en matière organique, favorisant ainsi sa stabilité structurale et le recyclage des nutriments.

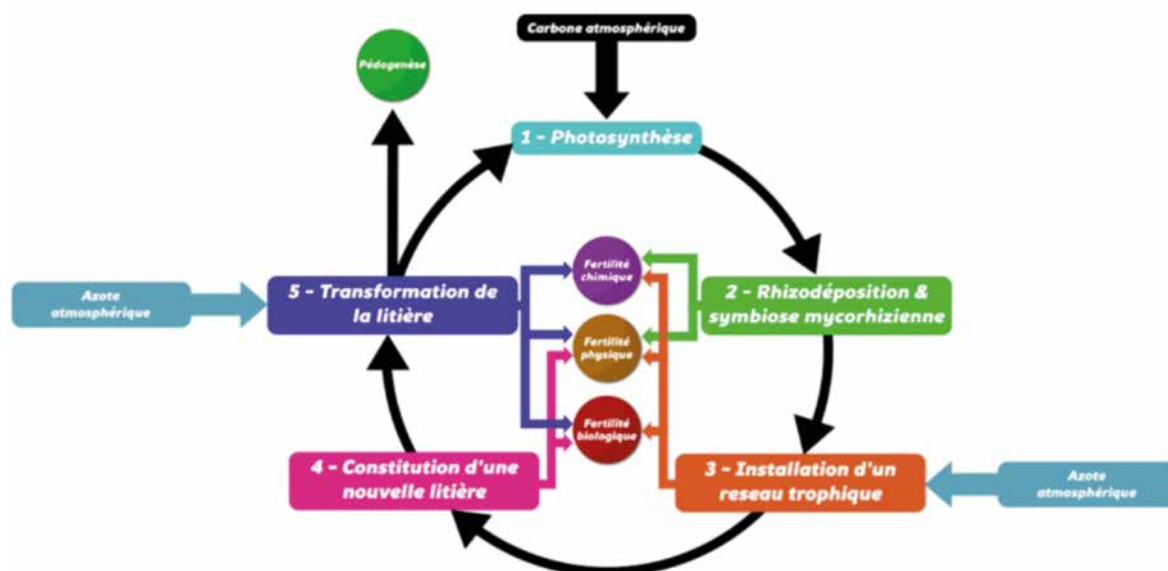
Le sol est composé entre 1 et 6 % de MO, en fonction des apports et de la profondeur du travail du sol. Le labour redistribue la MO sur le profil du sol, cela ne modifie donc pas la quantité mais la teneur dans les différents horizons.

Pourquoi la teneur en MO en surface est-elle primordiale pour un fonctionnement biologique optimal du sol ?

- Réchauffement plus rapide du sol grâce à la couleur foncée ;
- Réussite des semis assurée (pas de croûte de battance et moins de lissage en semis direct par exemple) ;
- Davantage de nourriture pour la biologie (l'essentiel de la minéralisation se fait dans les 7-10 premiers cm du sol).

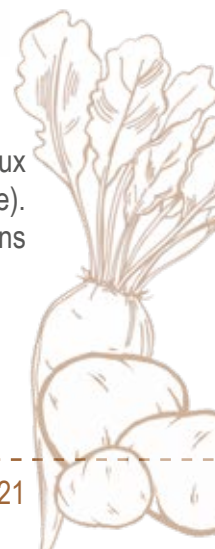
## Les micro-organismes du sol

La fertilité des sols dépend aussi de la présence de micro-organismes qui jouent un rôle crucial dans le cycle du carbone, aidant à décomposer la matière organique et à libérer le carbone et d'autres nutriments pour les plantes.



© Elodie Choque

Rhizodéposition : Le carbone atmosphérique est capté au cours de la photosynthèse et redistribué aux racines puis à la rhizosphère grâce au mucilage et aux exsudats racinaires (30 à 40% de la photosynthèse). Symbiose mycorhizienne : 10 à 40% des exsudats sont consommés par les champignons mycorhiziens pour leur croissance.





Apport en matériel organique : La photosynthèse se stoppe et les végétaux meurent ou perdent leurs feuilles. Cet apport en matériel organique va instaurer la dynamique du recyclage. La litière abrite de nombreux organismes.

Installation d'un réseau trophique essentiel : Le sol abrite une diversité de micro-organismes, de prédateurs des micro-organismes, et de prédateurs des prédateurs. Plus la diversité biologique est grande, plus les échanges de matériel organique et minéral entre les êtres vivants sont fréquents et nombreux.

Les micro-organismes telluriques jouent un rôle essentiel dans la fertilité du sol. Ils interagissent avec les plantes, le sol et la faune, contribuant à la décomposition de la matière organique et à la libération des nutriments.

Les relations entre les plantes, le sol et les micro-organismes sont complexes et interdépendantes.

Toutes les interactions entre les micro-organismes et leur environnement sont essentielles à la santé et à la fertilité du sol, c'est-à-dire les relations entre :

- micro-organismes ;
- micro-organismes et plantes ;
- micro-organismes et sol ;
- micro-organismes et faune.

Les micro-organismes telluriques, qui vivent dans le sol, sont extrêmement diversifiés.

Bactéries chimio-autotrophes : Ces bactéries sont capables d'oxyder différentes substances pour obtenir de l'énergie. Parmi elles, on trouve :

- Les bactéries nitrosantes (Nitrosomonas) qui oxydent l'ammoniac en nitrite.
- Les bactéries nitrifiantes (Nitrobacter) qui transforment le nitrite en nitrate.
- Azotobacter qui est capable de fixer l'azote atmosphérique.
- Thiobacillus qui oxyde le soufre.
- Hydrogenomonas qui oxyde le dihydrogène.
- Carboxydomonas qui utilise le CO<sub>2</sub>.
- Methanomonas qui utilise le CH<sub>4</sub>.
- Les ferrobactéries (Siderobacter) qui oxydent le fer.

Bactéries chimio-organotrophes : bactéries obtenant de l'énergie en oxydant des composés organiques (Pseudomonas, Xanthomonas, Acetobacter).

Rhizobactéries : bactéries qui vivent en symbiose avec les plantes (comme Rhizobium) ou qui sont saprophytes/parasites (Agrobacterium).

Entérobactéries : bactéries qui vivent généralement dans l'intestin des animaux, mais qui peuvent être présentes dans le sol (Escherichia, Proteus, Serratia, etc.).

Bactéries sporulantes : bactéries capables de former des spores pour survivre en conditions environnementales défavorables (Bacillus sp. et Clostridium sp.).

Les différents types de bactéries jouent des rôles variés et essentiels dans le sol, contribuant à sa fertilité et à sa santé.

## Équilibres biologiques

Le ratio champignon/bactérie conditionne le devenir des matières organiques dans les sols et donc la séquestration du carbone et le transfert de nutriments vers la plante. Dans un sol de forêt, il y a 60% de champignons et 40% de bactéries. Dans nos sols cultivés il y a seulement environ 10% de champignons. Cela est dû aux faibles apports de matière organique riche en carbone, à la forte aération des sols par le travail mécanique qui booste l'activité des bactéries et détruit les réseaux mycorhiziens des champignons, et au fait de laisser le sol nu pendant les intercultures, car les champignons sont extrêmement sensibles à l'exposition aux UV et à la sécheresse.

Dans l'idéal, il faudrait arriver à équilibrer ce ratio pour aboutir à 50% de champignons et 50% de bactéries. Un couvert végétal « jeune » (avant floraison), avec un C/N encore assez bas, aura pour conséquence d'activer la microbiologie du sol (principalement les bactéries). A contrario, un couvert végétal « plus mûre » (fin floraison ou après floraison), avec un C/N plus élevé, aura pour conséquence de nourrir plus de champignons et les lombrics.

Pour aller plus loin :

- [Microbiologie des sols : un monde invisible sous nos pieds](#) - Futura Science
- [La microbiologie des sols, un enjeu majeur pour l'agriculture](#) - Terre-net
- [Microbiologie des sols : comprendre pour mieux gérer](#) - AE
- [La vie secrète des sols](#) - INRAe
- [La microbiologie des sols pour une agriculture durable](#) - Bio à la Une





# Gestion de la fertilisation





# Autonomie azotée

---

## Objectif(s)

- Comment viser l'auto-fertilité des sols ?
- Quels leviers pour améliorer l'exploration racinaire ?
- Quelles règles pour la réussite des couverts à haute densité ?

## Les éléments essentiels

### Comment viser l'autonomie azotée ?

Cette autonomie peut être visée si différentes conditions sont remplies :

#### 1 - Avoir assez de MO

Ex. taux de MO en limon IB 1,8 > 2,3 % de MO il faut être à 2,6 % de MO.

En effet, l'indice de battance permet d'évaluer le risque de battance des sols, et donc la stabilité de leur structure. Les limons sont des constituants déstructurants tandis que l'argile et l'humus, qui constituent majoritairement la MO, sont structurants.

Si le taux de MO est trop faible, commencer par augmenter le taux de MO avant de viser l'autonomie azotée (couverts, restitution, apports organiques).

Attention aux apports de MO dans de mauvaises conditions (Taux d'humidité à surveiller).

**2 - Limiter le travail du sol** pour avoir un sol avec le plus de galeries de vers de terre ou de racines, ce qui permet une exploration par les racines plus efficace les années suivantes.

Remarques d'expert :

- Attention au tassement en TCS lourd (10 à 15 cm de profondeur) ;
- Fissuration si besoin (0 à 30 cm) - petites dents - attention à réaliser la fissuration avant couvert pour que les racines colonisent les fissures.

**3 - Maximiser les couverts végétaux** à réaliser sur la rotation et à mettre en place dès que possible.

**4 - Avoir un sol aéré et oxygéné** pour maximiser l'efficacité de l'azote organique ou minéral. Il faut donc favoriser une bonne structure et permettre l'infiltration de l'eau pour éviter les phénomènes d'hydromorphie qui sont asphyxiants : intervenir dans de bonnes conditions (la pluviométrie hivernale doit être infiltrée et laisser de la place à l'air) sinon pas de minéralisation et risque de lessivage. Cela peut se voir si le blé change de couleur au printemps et que la couleur de la parcelle est hétérogène.

## Choisir ses amendements organiques

La matière organique (MO) est un pilier essentiel pour assurer la fertilité et la résilience d'un sol. On peut améliorer le taux de MO par plusieurs moyens :



- la mise en place de couverts végétaux,
- des apports de MO exogènes.

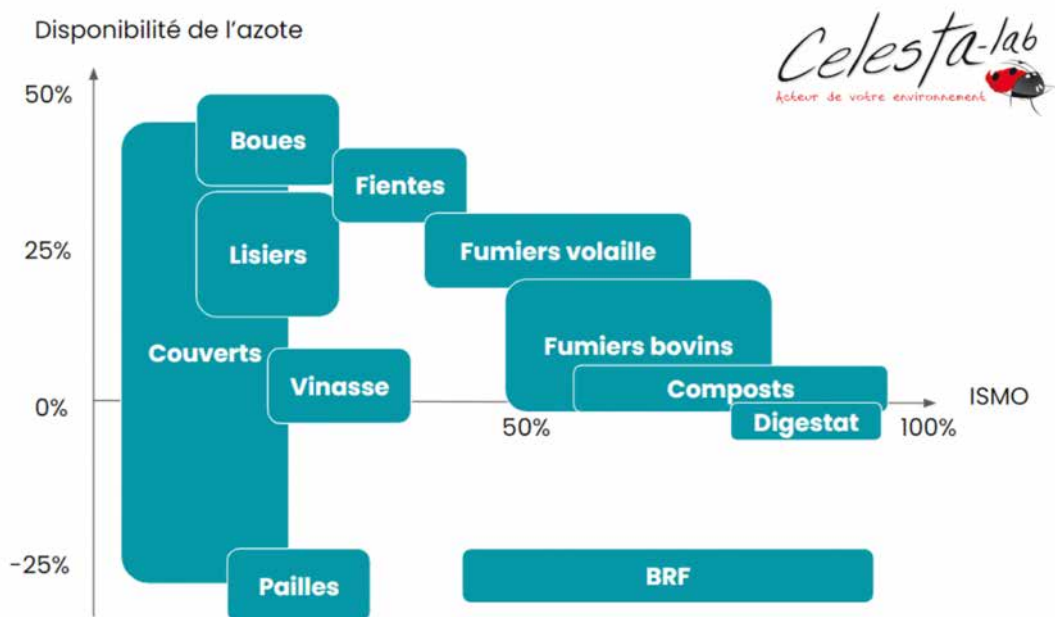
Il faut alors choisir le type de MO apporté selon ses objectifs.

On distingue 2 types d'apports de MO exogène : ceux qui ont un rôle d'amendement (compost, broyat de déchet vert, etc.) et ceux qui ont un rôle fertilisant (digestat, lisier, fientes, etc.).

Afin de caractériser les apports organiques, il y a 2 indicateurs : le C/N et l'ISMO.

- Le C/N est le rapport entre la quantité d'azote et de carbone présent dans le produit organique. Si le rapport C/N est de 25, cela signifie qu'il contient 25 fois plus de carbone que d'azote. Le rapport C/N conditionne la rapidité à laquelle l'azote du produit sera disponible aux cultures. En effet, plus il y a de carbone, plus la biomasse microbienne aura besoin d'azote pour le digérer.
- L'ISMO est l'Indice de Stabilité de la Matière Organique. Il permet de caractériser la fraction facilement dégradable de la MO apportée. Plus la MO est fraîche (= non transformée), plus l'ISMO est faible. C'est le cas des fientes, lisiers, etc. Au contraire, les MO qui ont été digérées par des micro-organismes sont très stables et n'apportent pas à manger à la vie du sol. Elles ont un ISMO élevé (compost, digestat, etc.) et améliorent la fraction liée de la MO du sol.

Une analyse de fractionnement de la MO du sol permet d'identifier les besoins du sol. En résumé, si un sol manque de MO libre, il faut apporter des composés très digestibles, des MO fraîches (fientes, lisiers et surtout débris végétaux de cultures et de couverts). En revanche, si le sol manque de matière organique liée, il faudra se tourner vers des apports de MO stable (compost, broyats de déchets verts, etc.).



© Celesta-Lab

## Réussir ses couverts

Les couverts à haute densité peuvent représenter un levier de gestion de la fertilité du sol important s'ils sont bien gérés, apportant de l'azote organique par fixation de l'azote atmosphérique.

Plusieurs principes peuvent être appliqués afin de réussir des couverts à haute densité (soit environ 250

pieds/m<sup>2</sup>) :

- 70% environ de légumineuses ;
- Semer 350 graines/m<sup>2</sup> pour anticiper les pertes à la levée ;
- Rappuyer les semis (roues plombeuses, rouleaux...) ;
- Semer des grosses graines en cas de sécheresse ;
- Viser la bonne densité dès le semis, par exemple :
  - Pois protéagineux : 75kg/ha = 25 pieds/m<sup>2</sup>
  - Vesce de Narbonne : 60kg = 20 pieds/m<sup>2</sup>
  - Lupin (si sol acide) : 42kg/ha = 20-25 pieds/m<sup>2</sup>
  - Lentilles (si sol humide) : 30kg/ha = 100-130 pieds/m<sup>2</sup>.

# Les couverts végétaux : une pratique incontournable en agroécologie

---

## Les éléments essentiels

### Introduction

En plus d'être un levier essentiel de la gestion de la fertilité azotée, un couvert végétal a de nombreux effets positifs sur les aspects économiques et environnementaux dont :

- Structurer le sol ;
- Augmenter l'autonomie azotée (légumineuses) ;
- Empêcher l'assèchement d'un sol laissé à nu ;
- Contrôler la prolifération des adventices ;
- Prévenir une augmentation de température trop importante ;
- Protéger le sol même après destruction grâce aux résidus ;
- Augmenter le taux de MO.

Bien que le couvert ne soit pas destiné à être récolté et vendu, son itinéraire technique ne doit pas être négligé : semer à la volée au passage de la batteuse n'est pas suffisant pour réussir un couvert ! Il doit être choisi et suivi avec soin pour en récolter tous les bénéfices agronomiques (et donc économiques !). Concernée ou non par la Directive Nitrates, cette pratique est avant tout une opportunité agronomique.

Le couvert doit être réfléchi selon la période d'interculture :

- < 60j : pas besoin de couvrir avec un couvert vivant, des résidus peuvent suffire ;
- De 60 à 200 j : adapter les espèces selon la couverture ;
- Très longues couverture : possible d'envisager les couverts relais.





### Durée (en jours) de l'interculture en fonction des enchainements et type de couverts:

Implantation N+1	25-aout colza	25-sept orge hiver blé	25-oct pois hiver	01-mars orge printemps pois printemps	15-avr tournesol maïs soja
Récolte N					
05-juil orge hiver pois hiver	51	82	112	238	283
20-juil blé colza orge printemps pois printemps	36	67	97	223	268
15-sept tournesol maïs ens	N/A	10	40	166	211
15-oct maïs grains soja	N/A	N/A	10	136	181

aucun couvert vivant
couvert court
couvert long
couvert relais

© Antonio Pereira, Chambre d'Agriculture de Haute-Marne

ITK d'un couvert en 4 étapes : 1) choix du couvert - 2) implantation – 3) entretien – 4) destruction

## 1) Choix du couvert

Un choix de couvert éclairé se fait en fonction :

- des contraintes liées au contexte pédoclimatique ;
- de la disponibilité en azote ;
- des objectifs agronomiques visés.

Les mélanges de couverts permettent de mobiliser différents services agronomiques. Il faut par conséquent privilégier les mélanges comprenant 5 espèces a minima et incluant une ou plusieurs légumineuses qui fixent l'azote atmosphérique.

### Familles :

- **Graminées** : apport de sucre au sol, capacité d'étouffement fort et système racinaire puissant. Attention à la gestion des repousses dans les cultures et aux résidus souvent très carbonés.
- **Crucifères** : Adaptées aux conditions sèches, facilité d'implantation, système racinaire pivotant et potentiel de biomasse important. Attention à la montée à fleur rapide (le C/N augmente de manière importante à floraison)
- **Légumineuse** : fixation d'azote atmosphérique, systèmes racinaires diversifiés, dégradation rapide des résidus. Attention à la lenteur d'implantation.
- **Nyger, tournesol** : effet structurant, plante d'été par excellence, facile à détruire et gélive.
- **Autres** : intéressantes pour éviter de sélectionner des ravageurs/maladies car peu présentes en rotation :
  - **Phacélie** : crée une structure très grumeleuse sur 10 cm (effet couscous), végétation "bouche-trou" et facilité de destruction.
  - **Lin** : germe facilement, pousse bien en conditions sèches et peu sensible aux limaces. Il n'est pas couvrant, à associer à d'autres espèces.
  - **Sarrasin** : Très adapté aux conditions d'été, germe facilement, fort pouvoir couvrant, effet allélopathique. Attention à la montée en graines pour les cultures de printemps.

Il y a un intérêt agronomique à favoriser la production de biomasse, en densifiant et soignant le semis notamment.

## 2) Implantation

Comme pour toutes cultures, il est très important d'éviter les tassements, en particulier en surface, et donc de travailler mécaniquement le sol si nécessaire. Cela permet de décompacter un sol qui ne permettrait pas l'exploration racinaire en semis direct. En revanche, un faible travail du sol peut favoriser les levées d'adventices et le salissement (vulpin, ray grass) par rapport au semis direct.

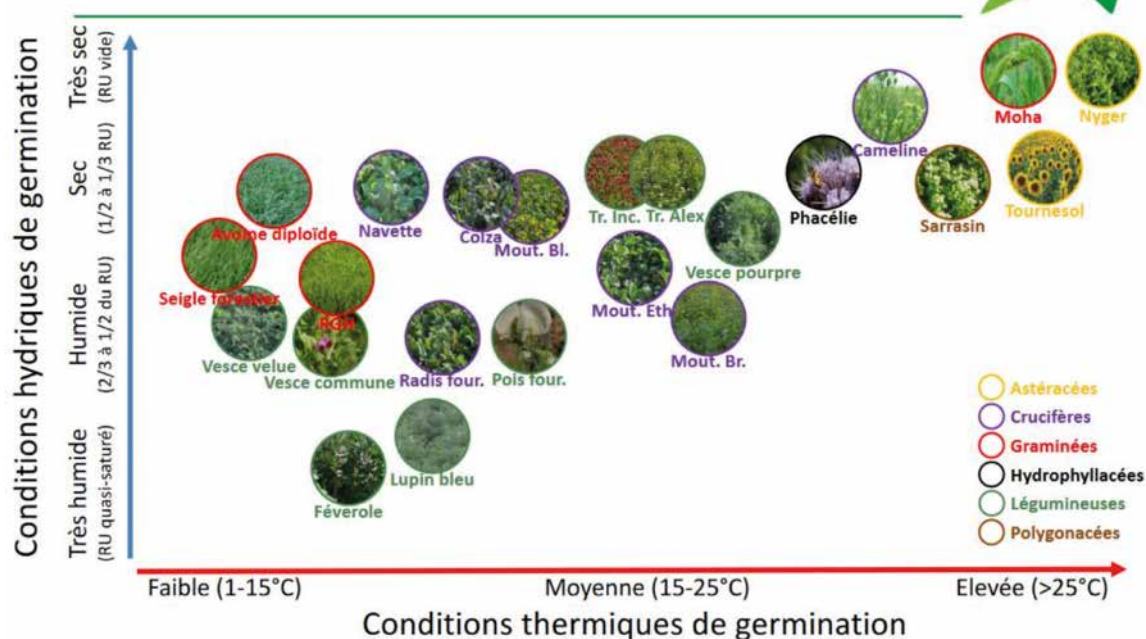
L'implantation commence dès la récolte du blé. La paille restituée maintient la fraîcheur en cas de sécheresse (un sol en chaume évapore 0,6 mm/jour alors qu'un sol déchaumé évapore 4 mm/jour, soit 25 mm perdus en 7 jours).

Une attention particulière doit être accordée aux résidus laissés au sol car la menue paille consomme beaucoup d'azote et limite la levée du couvert qui suit. Les répartir ou les exporter peut permettre de réduire cet effet.

La paille peut aussi gêner au semis selon le semoir que l'on a. Une fauche haute est possible lorsque le semoir utilisé est à disques, cependant cela limite très fortement la lutte contre certains ravageurs comme les campagnols.

Plus on sème tôt, plus il faut semer profond (5 cm de profondeur) car cela permet un meilleur développement du couvert. De plus, les espèces composant les couverts d'interculture multi-services peuvent être choisis en fonction des conditions de semis :

### Choix des CIMS en f° des conditions de semis



© Antonio Pereira, Chambre d'Agriculture de Haute-Marne

## Méthode MERCI

La Méthode d'Estimation & Restitutions des Cultures Intermédiaires permet d'estimer les biomasses aérienne et racinaire produites aux champs par les couverts d'interculture, et donc de considérer son couvert dans le pilotage de sa fertilisation. Grâce à un prélèvement au champ, la méthode estime la matière sèche aérienne produite en tonne par hectare, et indique la quantité d'azote stockée dans le couvert en kg/ha. Toutes les légumineuses ne captent et ne relarguent pas la même quantité d'azote.

### 3) Entretien

Pour réussir les couverts d'interculture en condition limitante, plusieurs leviers peuvent être actionnés à l'implantation. Utiliser un anti-limace au besoin peut, par exemple, éviter au couvert d'être mangé et donc permettre d'augmenter la biomasse restituée au moment de la destruction ; les levées doivent donc être attentivement surveillées.

Pour éviter les faims d'azote, on peut miser sur des légumineuses qui apportent de l'azote dans la rotation et des amendements organiques à hauteur de 20 à 30 unités/ha.

### 4) Destruction

La destruction doit avoir lieu au plus tard à pleine floraison. Un simple rouleau suffit, surtout lors d'un gel. En cas de nécessité, un passage d'herbicide peut être envisagé. Pour maîtriser la destruction chimique, déduire les doses selon la date d'application et l'état de développement du couvert.

La facilité de destruction est à intégrer dans le choix de la composition du couvert, en choisissant des espèces gélives si le gel est fréquent par exemple.

Le **ratio C/N** est une caractéristique importante d'un couvert et conditionne en partie son effet fertilisant. En effet, avant d'en libérer, les couverts vont pomper l'azote du sol lors de leur décomposition par les bactéries.

Pour maximiser l'effet restitution azotée d'un couvert végétal, en évitant une immobilisation des éléments fertilisants et une faim d'azote, il faut :

- Maximiser la proportion de légumineuses dans le mélange ;
- Sélectionner les bonnes espèces pour éviter une montée à fleurs et donc garder un C/N des résidus le plus faible possible.

A garder en tête :

**C/N faible** (<15) = libération rapide d'éléments fertilisants.

**C/N élevé** (>15) = immobilisation des éléments fertilisants.

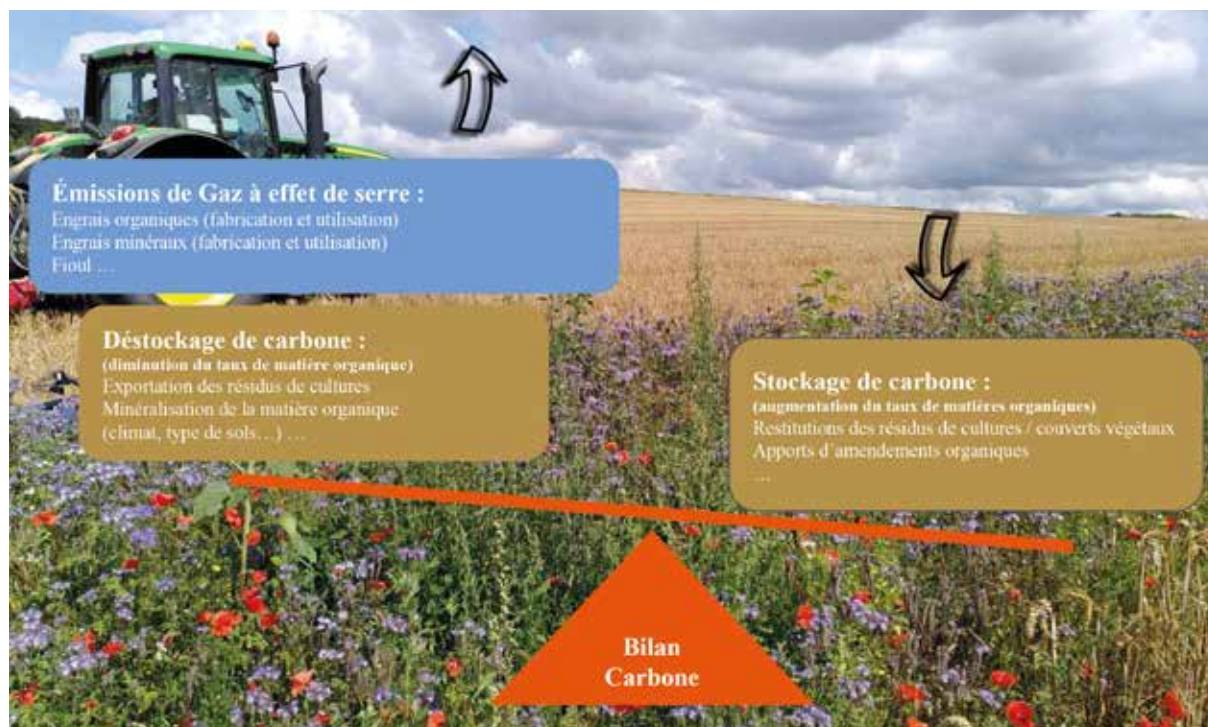
Un bon indicateur est la floraison, stade à partir duquel les couverts végétaux se lignifient. Le C/N passe alors au-dessus de 15.



# Lien entre agroécologie et carbone

## Etude de cas : Dynamique carbone en agroécologie

En agriculture, le bilan carbone est une balance entre des sorties de carbone et des entrées de carbone.



Pour une Agriculture du Vivant a conduit une étude sur 51 fermes en grandes cultures de la moitié Nord de la France afin de mieux comprendre les dynamiques carbone sur les fermes en agroécologie.

Ces résultats sont mis en perspective avec une autre étude Carbon Think conduite par Terrasolis et Agrosolutions auprès de 88 fermes dans le Nord Est de la France.

	Carbon Think (88 fermes)	BDC Ademe (24 fermes)	CISV IR < 60 (19 fermes)	CISV IR > 60 (9 fermes)
Emissions GES	3,28	3,08	4,3	3,2
Stockage de C	-0,08	-0,11	0,4	1,5
Bilan C net	3,36	3,18	3,9	1,8
IR moyen	x	41	50	71



Cette étude met en évidence 2 résultats clés :

- **Premièrement, les émissions de gaz à effet de serre augmentent sur les fermes en transition (IR <60), puis diminuent par la suite.**

En début/milieu de transition, les agriculteurs tendent à apporter davantage de MO pour nourrir la vie du sol et/ou en améliorer la structure tout en maintenant les niveaux de fertilisation azotée minérale. Aux émissions de GES liées à la fertilisation minérale viennent donc s'ajouter les émissions de GES liées à la fabrication et à l'utilisation d'effluents et d'amendements organiques, dont certains pèsent très lourd en termes d'émissions dans la méthodologie actuelle (compost de déchets verts notamment).

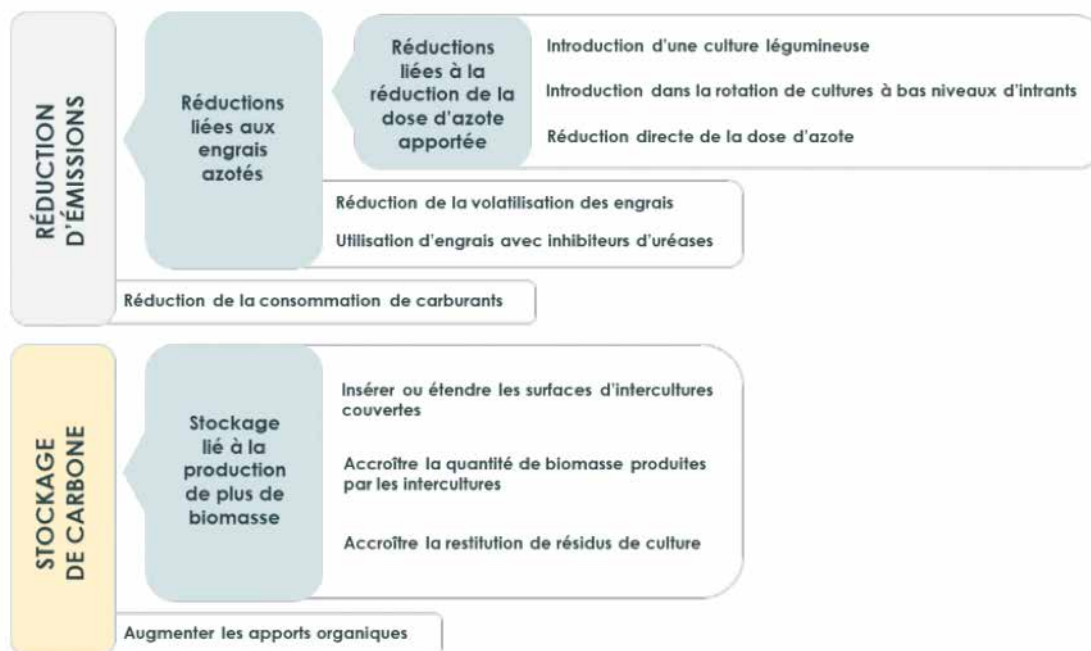
Le maintien de la fertilisation minérale s'explique par la nécessité de compenser la faible minéralisation du sol en cas de réduction de travail du sol, par la volonté de maximiser la production de biomasse, de maintenir les rendements et de permettre la dégradation des résidus par la vie du sol, qui a besoin d'azote pour cela. Agronomiquement parlant, c'est donc pour se donner les moyens de stocker de plus en plus de carbone dans le sol que les agriculteurs font des choix de fertilisation qui pénalisent de manière temporaire leur bilan carbone.

- **Deuxièmement, le stockage de carbone dans les sols augmente fortement sur les fermes avancées dans la transition (IR > 60), ce qui améliore nettement le bilan carbone en compensant en partie les émissions de gaz à effet de serre.**

Ainsi, les fermes pionnières ont un bilan carbone net inférieur de 46% à celui des fermes débutantes. Ce résultat très positif sera par ailleurs renforcé lorsque le bilan GES associé à l'épandage de composts de déchets verts aura été revu à la baisse (évolution méthodologique prévue pour 2023), car il pénalise aujourd'hui très fortement le bilan GES des nombreuses fermes engagées en agroécologie qui en épandent. Les données issues des fermes pionnières confirment donc que la mise en place de pratiques de régénération du sol permet d'augmenter fortement le stockage de carbone, tout en permettant une baisse des émissions de GES.

## **Leviers d'amélioration du bilan carbone**

L'étude s'est également intéressée aux leviers d'amélioration du bilan carbone des fermes. Elle met en exergue que simuler des changements de pratiques pour améliorer son bilan carbone et bénéficier de financement (cf. schéma leviers) est facile à faire en théorie mais que dans la réalité il s'agit d'être prudent. En effet, il existe des antagonismes entre réduction des émissions de GES et augmentation du stockage de carbone qu'il convient de garder à l'esprit pour ne pas prendre de risques agronomiques.



© Agrosolutions

Par exemple, la diminution des engrais ou leur changement de forme peuvent avoir un impact sur le rendement des cultures et donc sur la production de biomasse et de résidus (pailles, cannes, couverts) qui conduit à son tour à une diminution du stockage de carbone. Autre exemple : l'intégration de cultures de légumineuses (lentille, pois chiche) dans l'assolement en remplacement d'une céréale à paille permet de diminuer les apports de fertilisation azotée minérale et donc les émissions de GES, mais cela diminue la quantité de résidus qui peuvent être restitués au sol, et donc le stockage de carbone.

Par ailleurs, produire des intercultures à forte biomasse n'est pas forcément aisé et est fortement dépendant des conditions climatiques de l'année. Passer d'une situation initiale avec des couverts peu productifs (1t de MS/ha) à une situation finale avec des couverts plus productifs (4 t de MS/ha) peut sembler être un levier intéressant en termes de stockage de carbone, mais c'est un levier qui contient une part de risque importante : meilleure maîtrise technique de l'implantation des couverts d'une part (ce qui peut prendre du temps et de nombreux essais) mais également de bonnes conditions climatiques pour que le résultat soit atteint (pas de sécheresse au moment du semis, pas de sécheresse hivernale, etc...). Des difficultés techniques et/ou des conditions climatiques défavorables peuvent conduire l'agriculteur à ne pas atteindre le résultat simulé, et donc à ne pas pouvoir bénéficier d'une partie des crédits alors que les coûts ont été engagés.





# L'agroécologie : quel matériel choisir ?

## Les éléments essentiels

Lors de la transition vers l'agroécologie, plusieurs outils peuvent être utiles. Voici quelques exemples :



Le **semoir de semis direct** qui peut être à dents ou à disques.

A savoir que le semoir à dents permet de mieux réchauffer le sillon mais perturbe plus la surface du sol que le semoir à disques. Le semoir à dents est souvent plus efficace que le semoir à disques en été, puisque sa force de pénétration est supérieure et qu'il n'enfouit pas de paille dans le sillon.

Certaines cultures sont plus sensibles au réchauffement du sillon ou à la qualité du lit de semence que d'autres. C'est souvent le cas des cultures de printemps, qu'il convient de sécuriser au vu des coûts d'implantation. Il y a alors possibilité de s'équiper d'un **strip-till**, outil qui travaille le sol sur la ligne de semis seulement, qui peut être utilisé en amont du semis ou en combiné avec le semoir.

Le **rouleau faca** est utilisé pour détruire les couverts végétaux, soit durant l'hiver lors du gel pour les cultures de printemps, soit juste avant le passage de semoir pour les cultures d'automne. Il permet de réduire l'usage d'herbicide lors de la destruction des couverts végétaux.

Quelques tests machine d'agriculteurs dans le cadre du projet, sont disponibles sur [agroecologie.org](http://agroecologie.org), rubrique "REXAgri" :

- [Strip-till VS TCS en culture de betterave sucrière](#)
- [Semis de betterave avec une multi-fraise en sols très légers](#)
- [Semis de pommes de terre sous la coupe d'engrais vert](#)
- [Semis direct de couvert avant pomme de terre](#)



# Biodiversité fonctionnelle





# Ravageurs, auxiliaires et lutte biologique

---

## Objectif(s)

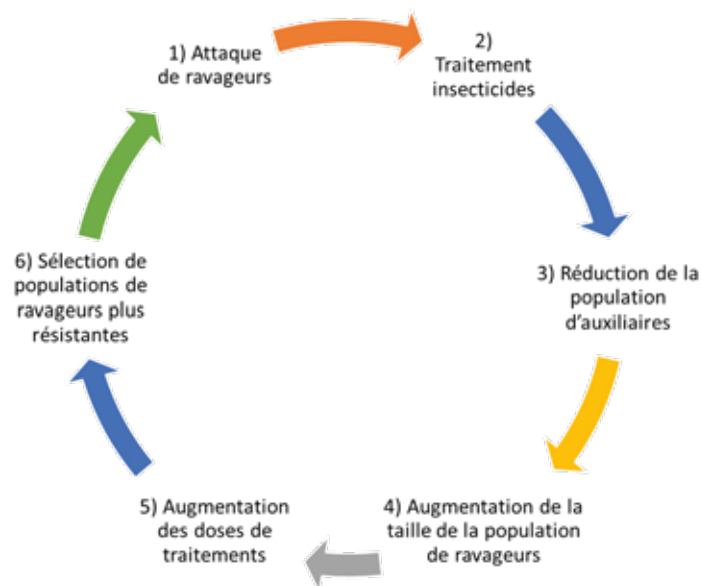
- Comprendre le rôle des auxiliaires dans la régulation des populations de ravageurs ;
- Apprendre à favoriser la présence des auxiliaires dans les cultures ;
- Focus : Connaître les principaux ravageurs et auxiliaires en région picarde.

## Les éléments essentiels

### Réguler les populations de ravageurs grâce aux auxiliaires

Les ravageurs des cultures sont des organismes vivants qui endommagent les plantes cultivées, entraînant une perte de rendement ou une baisse de la qualité des produits agricoles.

La pullulation d'un ravageur n'est en général pas la cause mais la conséquence d'un équilibre perturbé :



Les auxiliaires en agriculture sont des organismes vivants qui contribuent à la régulation naturelle des populations de ravageurs. Ils peuvent être classés en plusieurs catégories en fonction de leur mode d'action :

- **Prédateurs** : Ces auxiliaires se nourrissent directement des ravageurs. Ils peuvent être des insectes, des araignées, des oiseaux, des amphibiens ou des mammifères. Parmi les insectes prédateurs,



on trouve les coccinelles, les carabes, les chrysopes, les syrphes, etc. Les prédateurs peuvent consommer une grande quantité de proies pendant leur vie.

- **Parasitoïdes** : Ce sont généralement des insectes qui pondent leurs œufs à l'intérieur ou sur le corps des ravageurs. Lorsque les larves de parasitoïdes éclosent, elles se nourrissent de l'hôte, entraînant sa mort. Les guêpes parasitoïdes sont un exemple courant.
- **Pathogènes** : Il s'agit de micro-organismes (bactéries, virus, champignons) qui causent des maladies chez les ravageurs, entraînant leur mort. Ils sont souvent spécifiques à certaines espèces de ravageurs.
- **Compétiteurs** : Ces auxiliaires concurrencent les ravageurs pour les ressources alimentaires ou l'espace, réduisant ainsi leur capacité à se reproduire ou à survivre.

Les évolutions des populations d'un ravageur et de son auxiliaire sont liées. Lorsque le ravageur arrive sur une plante sensible dans des conditions favorables à sa multiplication, les auxiliaires les détectent et commencent la prédation et donc leur action de régulation.

A garder en tête :

- Il y a un délai lors de la première pullulation de ravageurs, avant que les auxiliaires n'enrayent la multiplication de la population.
- Les populations ne retombent pas à 0 : on cherche un équilibre et non une éradication.
- L'objectif est d'éviter que les ravageurs dépassent le seuil de nuisibilité sur la culture.

### Favoriser la lutte biologique

Il existe deux leviers d'actions principaux pour favoriser les auxiliaires des cultures : les **aménagements paysagers** et les **pratiques**. On parle de lutte biologique par conservation et gestion des habitats naturels des auxiliaires.

Parmi les **pratiques agricoles** favorables aux auxiliaires de culture, on retrouve :

- Réduire l'utilisation des produits phytosanitaires (insecticides et fongicides) ;
- Planter des couverts ou des cultures associées mellifères ;
- Allonger les rotations ;
- Diversifier les espèces cultivées ;
- Réduire le travail du sol, laissant ainsi les résidus de culture en couverture.

Les **éléments paysagers** permettent de maintenir les auxiliaires et démarrer la lutte biologique de manière précoce. On citera par exemple :

- [les haies](#) ;
- [les bandes fleuries semées](#) ;
- [la flore spontanée sauvage](#) ;
- [les engrais verts](#).



Les perchoirs sont un moyen d'attirer des rapaces, prédateurs permettant la lutte contre les rongeurs (campagnols, mulots), les pigeons ou encore les corbeaux.

Ils peuvent prendre la forme de planches de palettes plantées dans la parcelle ou de nichoirs à rapaces sur poteau électrique. Différentes hauteurs seront nécessaires pour attirer différents rapaces.

Il est possible de s'équiper de pieds lestés qui se couchent en cas de collision avec un outil. La partie horizontale où se pose le rapace ne doit pas être glissante.

- Perchoirs : <https://www.osterresetdesailes.fr/amenagements/perchoir/>
- Nichoir faucon <https://nichoirs.net/page5-13.html>
- Nichoir Chouette effraie <https://nichoirs.net/page5-14.html>

## Focus : Les principaux ravageurs et auxiliaires de la région Picardie

### Ravageurs :

- [Grosse Altise du colza](#) ;
- [Blaniule mouchetée](#) ;
- [Cécidomyie orangée du blé](#) ;
- [Charançon de la tige du colza](#) ;
- [Charançon des siliques du colza](#) ;
- [Charançon du bourgeon terminal du colza](#) ;
- [Chrysomèle des racines du maïs](#) ;
- [Doryphore](#) ;
- [Limaces](#) ;
- [Meligèthe du colza](#) ;
- [Nématodes à kystes de la betterave](#) ;
- [Noctuelle défoliatrice gamma](#) ;
- [Pyrale du maïs](#) ;
- [Taupins](#) ;
- [Cas particulier des pucerons](#) :
  - Puceron cendré du chou ;
  - Puceron des céréales et du merisier à grappes ;
  - Puceron des céréales et du rosier ;
  - Puceron des épis des céréales ;
  - Puceron noir de la fève ;
  - Puceron vert du pêcher ;
  - Puceron vert du prunier.

### Auxiliaires & Services rendus :

- [Araignées](#) ;
- [Carabes](#) ;

- [Coccinelles](#) ;
- [Hyménoptères](#) ;
- [Névroptères](#) ;
- [Staphylins](#) ;
- [Syrphes](#).

**Pour aller plus loin :**

- [Ecophytopic](#)
- [Biodiversité fonctionnelle](#)
- <https://www.librairie-permaculturelle.fr/ecosystemes-ecologie/305-livre-biodiversite-fonctionnelle-johanna-villenave-chasset.html>
- [https://www.agrifaune.fr/fileadmin/user\\_upload/National/004\\_eve-agrifaune/Publications\\_GTNA\\_BDC/Guide-methodo-etude-territoriale.pdf](https://www.agrifaune.fr/fileadmin/user_upload/National/004_eve-agrifaune/Publications_GTNA_BDC/Guide-methodo-etude-territoriale.pdf)





**Faire son  
diagnostic**





# L'Indice de Régénération

Pour se positionner, identifier ses leviers de progression et rendre visible les bonnes pratiques agroécologiques, l'association Pour une Agriculture du Vivant a créé un outil : l'Indice de Régénération.

Véritable boussole agronomique reconnue scientifiquement, l'Indice de Régénération est construit sur 5 axes qui couvrent le sol, le paysage en passant par la plante.

Il mesure objectivement et rapidement la progression des fermes dans leur diversité, sans juger des techniques, des moyens et des outils de production.

<b>SOL</b>	<b>/60 pts</b>
Taux annuel de <b>couverture du sol</b>	/18 pts
Intensité du <b>travail du sol</b>	/18 pts
Taux de <b>matière organique</b> / taux d'argile	/05 pts
Entrées annuelles de <b>carbone</b>	/13 pts
Formes de <b>fertilisation azotée</b>	/06 pts
<b>PLANTE</b>	<b>/17 pts</b>
Indice de Fréquence de Traitement <b>herbicides</b> et <b>hors-herbicides</b>	/7,5 pts
Stratégie de <b>régulation des bio-agresseurs</b> et de réduction de la sensibilité du système	/4,75 pts
Stratégie de <b>régulation des adventices</b> et de réduction de la sensibilité du système	/4,75 pts
<b>PAYSAGE</b>	<b>/18 pts</b>
<b>Diversité cultivée</b>	/7,5 pts
<b>Habitats et ressources</b> alimentaires	/10,5 pts
<b>CONNAISSANCES</b>	<b>/05 pts</b>
<b>Acquisition et partage</b> de connaissances	/05 pts























UN SCORE  
GLOBAL SUR 100

## Le test bêche

Le test bêche a pour objectif d'évaluer rapidement la structure d'un sol et son activité biologique sur le terrain. Il est basé sur la caractérisation de la structure du sol via l'assemblage et l'état interne des mottes de terre. Cette caractérisation se fait à l'aide d'un prélèvement à la bêche d'une motte de sol, en



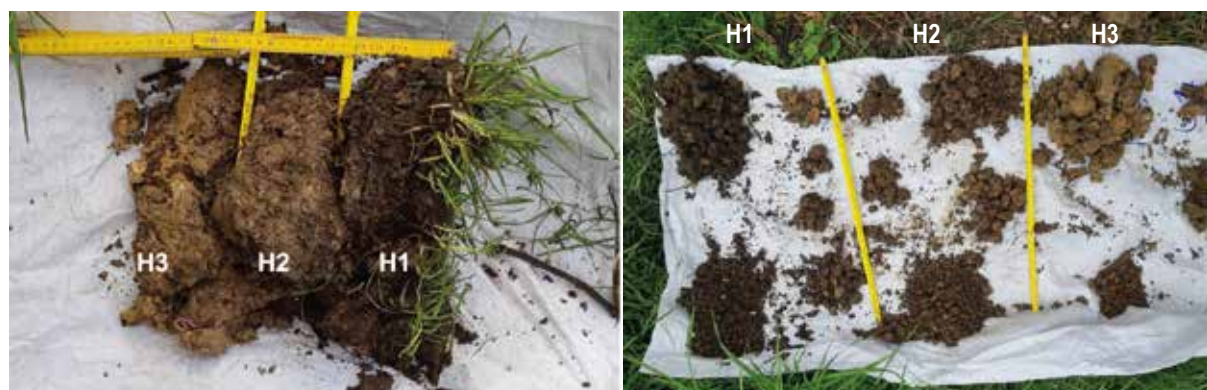
conditions ni trop sèches, ni trop humides, puis d'une analyse des agrégats sur une bâche. Le diagnostic permet de classer la structure du sol en 5 classes, en fonction de son degré de compaction.

Qualité de la Structure	Apparence générale	Taille	Racines	Porosité Visible*	Apparence après extraction : même sol mais travail du sol différent	Traits distinctifs	Apparence des agrégats* ou fragments* de $\approx 1.5$ cm de diamètre		
<b>Sq1 Friable</b> Agrégats* se désagrègent très facilement avec les doigts	<b>Pas de motte fermée*</b>	La plupart des agrégats* < à 0.6 cm.	Les racines colonisent l'ensemble du bloc : les racines sont bien présentes à l'intérieur et autour des agrégats*	La plupart des agrégats* sont TRES poreux			 Agrégats* très fins et poreux	 1 cm Agrégats* très poreux, composés de plus petits maintenus ensemble par les racines. Ils sont pour la plupart directement obtenus lors de l'extraction du bloc.	
<b>Sq2 Intact</b> Agrégats* se désagrègent facilement entre les doigts		Mélange d'agrégats* arrondis de 2mm à 7cm.		La plupart des agrégats* sont poreux.			 Forte porosité des agrégats*	 1 cm Agrégats* arrondis, fragiles, poreux qui se cassent facilement.	
<b>Sq3 Ferme</b> La plupart des agrégats* se désagrègent facilement entre les doigts	<b>Présence possible de mottes fermées*</b>	Mélange d'agrégats* de 2 mm-10 cm. Moins de 30% <1cm.		Présence possible de pores grossiers visibles* et de fentes de retrait*			 Faible porosité des agrégats*	 1 cm Agrégats* avec peu de pores visibles et plutôt arrondis.	
<b>Sq4 Compact</b> Assez difficile de briser les mottes fermées* avec une seule main	<b>Principalement mottes fermées* sub-angulaires</b>	moins de 30% des mottes sont de taille <7cm ; structure lamellaire possible.		Pas ou peu de racines à l'intérieur des fragments*. Les racines présentes sont concentrées autour des mottes fermées, dans les « pores grossiers visibles »* et les fissures*	Peu de « pores grossiers visibles »* et peu de fissures*			 Racines dans les pores grossiers visibles*	 1 cm Ces fragments* de forme cubique à bords anguleux et fissures internes sont faciles à obtenir sur sol humide.
<b>Sq5 Très Compact</b> Très difficile de briser les mottes fermées* avec la main	<b>Principalement mottes fermées* angulaires</b>	mottes angulaires >10cm, très peu de taille <7cm.		Très peu de « pores visibles grossiers »* et de fissures*. Anoxie* possible.	Très peu de « pores visibles grossiers »* et de fissures*. Anoxie* possible.			 Couleur gris-bleu possible	 1 cm Ces fragments* à bords anguleux peuvent être difficiles à obtenir même sur sol humide.

© INRA & HEPIA

Suite au diagnostic, différentes actions peuvent être entreprises pour aider l'activité biologique à recréer une structure ou permettre à l'agriculteur de prendre des décisions mécaniques (en cas de tassement, une décompaction mécanique est souvent nécessaire). Si une problématique est identifiée, des analyses plus approfondies comme un profil cultural peuvent être envisagées.

Sur cette motte extraite du sol et disposée sur la bâche, on observe clairement 3 horizons. Dans le 3<sup>ème</sup> horizon (H3), aucune racine n'est présente. Un problème de compaction est identifié. Il faudra alors entreprendre des actions de décompaction et limiter à l'avenir des interventions qui pourraient reproduire la même situation.





Le même test bêche avec les mottes triées par état de compaction montre que dans le 1<sup>er</sup> horizon (H1) on observe une majorité de mottes gamma indiquant une bonne structure et porosité créées par l'action du système racinaire. Dans le 2<sup>ème</sup> horizon (H2) la proportion de mottes compactées est plus importante ce qui impacte négativement la prospection racinaire de l'enherbement. Cependant, certaines mottes compactées commencent à retrouver une porosité grâce à l'activité biologique favorisée par les vers de terre ou les racines.

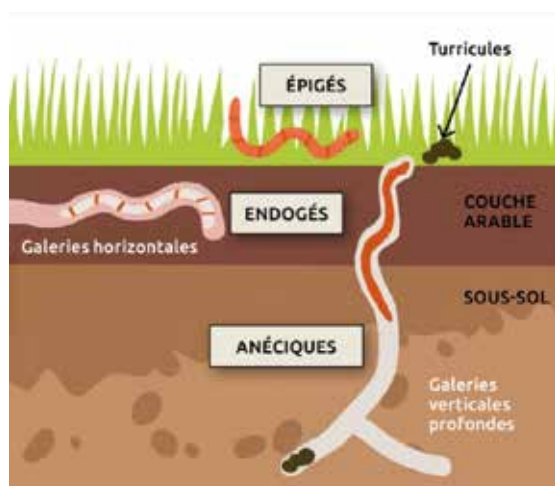
## Le comptage des vers de terre

Les vers de terre digèrent et brassent la matière organique, leurs galeries favorisent l'aération du sol, la circulation de l'eau et la prospection racinaire. Ils sont par ailleurs sensibles aux perturbations induites par les activités humaines. Ils sont donc d'excellents indicateurs de la santé d'un sol !

L'objectif du comptage de vers de terre est d'observer, comprendre et estimer l'impact des pratiques agricoles sur la biodiversité du sol.

Réalisation du comptage (janvier à avril) :

1. Prélever sur sol ressuyé (ni gelé ou en dégel, ni saturé en eau, ni trop sec) ;
2. Compter les vers issus du test bêche (cf ci-dessus).



**1 à 5 cm** - rouge sombre  
en surface et dans les amas organiques  
peu ou pas de galeries  
*Rôle : fractionnement de la matière organique*

**1 à 20 cm** - rouge à gris clair  
galeries temporaires horizontales  
*Rôle : créent la structure grumeleuse nécessaire à la rétention et l'infiltration de l'eau*

**10 à 110 cm** - rouge, gris clair, brun avec gradient  
occupent l'ensemble du profil - creusent des galeries permanentes  
Matière organique récupérée la nuit en surface et enfouie dans les galeries. Rejettent les déjections en surface (turricules)  
*Rôle : brassage et mélange des matières organiques et minérales*

Etat des lieux	Carence	Moyen	Abondance
Observation des galeries	Peu ou pas de galeries	Quelques galeries	Nombreuses galeries
Population au m <sup>2</sup>	< 150 individus	de 150 à 300 individus	> 300 individus
Population constatée au test bêche	< 6 individus	de 6 à 12 individus	>12 individus

© Biosphères



# Analyses de sol et de plantes

## Analyse physico-chimique - (coût : € à €€)

L'analyse physico-chimique comporte en général une analyse de la granulométrie (argiles, limons et sables), du pH, de la capacité d'échange cationique et de la teneur en différents éléments : carbone organique, azote total, calcaire, phosphore, potassium, calcium, sodium, et oligo-éléments. Cette analyse permet de caractériser les potentialités du sol en termes de réserve en eau et en éléments nutritifs.

Afin d'assurer une représentativité de la parcelle voici le plan de prélèvement à respecter :

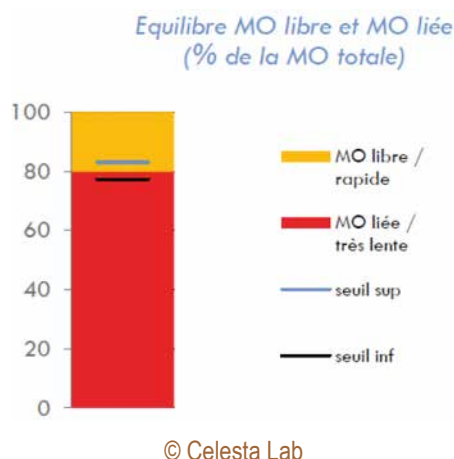
- **20 prélèvements** minimum sur **2-20cm de profondeur** 25 min
- Répartition homogène des prélèvements sur la parcelle selon les **diagonales** ou selon **deux lignes parallèles\*\***



© HEPIA, Agrigenève

## Analyses biologiques - (coût : €€€)

Les analyses biologiques caractérisent la matière organique des sols et leur dynamique. Les principales analyses biologiques réalisées en routine permettent notamment de situer le rapport entre les matières organiques libres et liées dans le sol. Cela permet de raisonner les apports de MO. Ci-contre, le sol est équilibré entre matière organique libre et liée. Si le sol manque de MO libre, la biomasse microbienne sera faible et le recyclage des nutriments risque d'être mauvais. En cas de déficit en MO liée, l'habitat du sol n'est pas optimal pour accueillir les micro-organismes. Ce déficit pénalise particulièrement le fonctionnement du sol en sécheresse ou en excès d'eau car la MO liée agit comme un tampon climatique. Tout est histoire d'équilibre !



### Comment mesurer l'activité biologique d'un sol ? Quels sont les bons indicateurs ?

Quelques méthodes de détection, de dénombrement et d'indication des micro-organismes telluriques :

1. Mesure de carbone (fumigation) : Cette méthode permet de mesurer tous les micro-organismes vivants. Elle permet également de déterminer le potentiel de minéralisation par incubation. Cependant, la mesure dépend des micro-organismes et de la matière organique (MO).
2. Microbiologie classique : Cette méthode permet de détecter les micro-organismes vivants, mais uniquement ceux qui sont cultivables en conditions de laboratoire (environ 20% de la totalité). Elle permet également l'identification des genres.
3. Utilisation de l'ADN : Cette méthode permet de détecter tous les micro-organismes, sans différenciation entre les organismes morts et vivants. Elle permet également de déterminer le rapport entre les champignons et les bactéries et d'identifier les espèces.
4. Mise en terre de morceaux de tissu en coton bio : Cette méthode non conventionnelle est utilisée pour évaluer l'activité biologique du sol. Le taux de dégradation du coton par les micro-organismes du sol donne une indication de leur activité.

Ces méthodes peuvent être utilisées pour évaluer la diversité et l'activité des micro-organismes dans le sol, ce qui est essentiel pour comprendre la santé et la fertilité du sol.

#### Focus sur l'ATP Métrie

L'ATP-métrie est une méthode qui permet d'estimer le nombre de micro-organismes dans un échantillon de sol. Une cellule vivante contient une quantité définie d'ATP intracellulaire (énergie).

Lorsque la cellule meurt, elle libère l'ATP qui devient donc extracellulaire. La lumière mesurée peut donc être un bon indicateur de l'état de stress biologique du sol grâce au BSI.

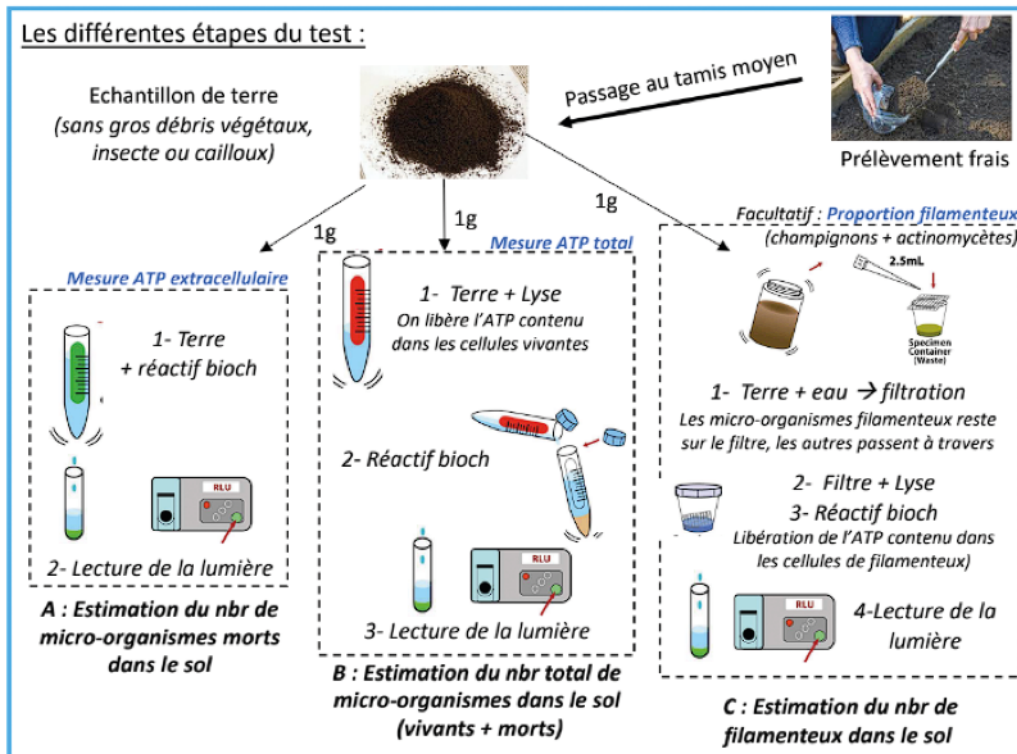
Cette technique peut se faire sur place, est rapide (- de 10min) et s'exécute facilement.

Prix par kit d'analyse : 23€ HT (micro-organisme + BSI) et 35€ HT (micro-organisme + BSI /+ Rapport C/B).

Inconvénients : Besoin d'un luminomètre pour la lecture des résultats (environ 2000 euros).







© Elodie Choque

## Analyses de sève - (€ à €€)

Les analyses de jus de sève en agriculture sont utilisées pour évaluer la santé et la nutrition des plantes. Elles permettent de mesurer la quantité de nutriments absorbés par une plante à un moment donné. Ces analyses peuvent aider les agriculteurs à comprendre si leurs plantes reçoivent les nutriments dont elles ont besoin pour une croissance optimale.

Avantages spécifiques des analyses de jus de sève :

- Diagnostic précis de la nutrition des plantes : Les analyses de jus de sève fournissent des informations précises sur les niveaux de nutriments dans les plantes, ce qui peut aider à identifier les carences ou les excès de nutriments.
- Surveillance de la santé des plantes : Les analyses de jus de sève peuvent être utilisées pour surveiller la santé des plantes tout au long de la saison de croissance. Cela peut aider à identifier les problèmes potentiels avant qu'ils ne deviennent graves et à prendre des mesures correctives en temps opportun.

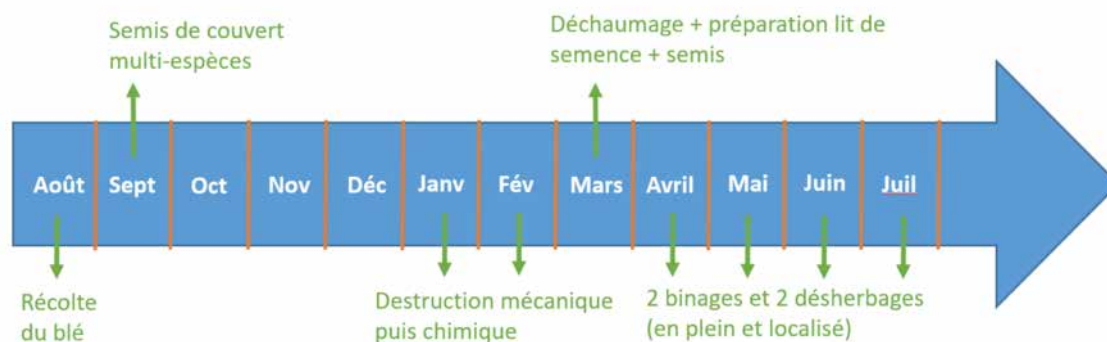
Il est important de noter que les analyses de jus de sève doivent être effectuées correctement pour obtenir des résultats précis. Cela comprend le prélèvement d'échantillons de sève à partir de la bonne partie de la plante et au bon moment, ainsi que l'utilisation de méthodes d'analyse appropriées.

# Etude de cas : comment déterminer l'état de santé du sol ?

Exemple d'une analyse terrain réalisée dans le cadre du projet CISV à Autrêches (60)

Type de sol : limoneux, 17 % d'argile.

ITK Betteraves sucrières :



## Activité biologique :

Les racines de betteraves vont bien en dessous de 90 cm, probablement 1,50 m. Il faut observer une racine tous les 10 cm pour décrire la profondeur d'enracinement.

¾ des galeries de vers de terre ne sont plus habitées (remplies de boulettes fécales). Ces galeries remontent probablement à 1 siècle, voire plus !

Une racine qui passe dans une galerie de vers de terre habitée grossit 2x plus vite que dans une galerie inhabitée. Ver de terre et racine vivante peuvent très bien cohabiter dans une même galerie.

Pas de chambre de diapause (endroit où se réfugient les vers de terre en cas de conditions défavorables - sécheresse, froid...) à la profondeur creusée.





### Description physique :

On distingue 3 horizons pédologiques (grâce à la couleur du sol) :

- 0-35 cm : horizon labouré constitué de limons très doux (s'apprécie au toucher et surtout pas à la vue) ;
- 35-85 cm : horizon non labouré, structure brute ;
- 85 cm : reste de la profondeur, sous-sol puis roche mère.

### *Hydromorphie*

On cherche la présence du fer. A l'excès d'eau, il se colorie : couleur rouille pour traduire un engorgement temporaire (oxydation) ; couleur bleu pour traduire un engorgement permanent (réduction). Ici, on ne constate pas d'hydromorphie.

### *Compaction*

Ce n'est pas parce que le pénétromètre ne rentre pas facilement que le sol est tassé. Le tassement se constate visuellement. Après observation à la lunette binoculaire, on voit bien les nombreux trous qui permettent la porosité, même dans des mottes de terre qui paraissent à première vue tassées. Il n'y a donc pas de compaction. Il ne faut surtout pas faire un sous-solage dans un tel sol car cela provoquerait beaucoup de dégâts.

En cas de rupture de la perméabilité, on peut observer la formation d'un glais de labour, une couleur foncée, bleu, de la MO qui ne se dégrade pas.

### *Présence de carbonates de calcium*

On vérifie la présence de carbonates de calcium en appliquant une solution diluée d'acide chlorhydrique sur une motte de terre. En présence de carbonates, l'acide chlorhydrique (HCl) provoque la dissolution du carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ), ce qui se manifeste par une effervescence et l'apparition de bulles visibles et audibles. Ici, on ne note pas de réaction. Il n'y a donc pas ou peu de carbonates de calcium.

- Les analyses de sol indiquent un taux de calcium de 94 % et pourtant il n'y a pas de carbonates, pourquoi ?

Le sol peut se décarbonater sans perdre de calcium. De plus, l'acide ne fait pas réagir le calcium quand



il est associé à du magnésium.

Le meilleur moyen de recarbonater un sol est grâce aux champignons. Il faut donc les favoriser en réduisant les fongicides et en augmentant les amendements au C/N élevé.

#### *Présence de fer*

Le résultat du test provoque une couleur bleue quand il y a un manque d'oxygène ou quand la demande en oxygène est très importante et que le flux d'oxygène est insuffisant. Les bactéries s'attaquent alors à l'oxygène lié au fer/au manganèse en le réduisant.







# Gestion économique



# Sécurisation économique et financière d'un système agroécologique

---

## Les éléments essentiels

La **gestion des risques** est une démarche systématique visant à identifier les risques potentiels, à les évaluer, à choisir et à mettre en œuvre les mesures appropriées pour les éviter.

Elle vise autant à profiter des opportunités de prospérer qu'à éviter des pertes potentielles. Chaque action mise en œuvre ou omise comporte des risques, positifs par la possibilité de tirer un avantage, négatifs par la menace d'un échec.

La gestion des risques permet d'encadrer l'analyse décisionnelle; elle vise à minimiser la probabilité d'une perte et à maximiser les bienfaits d'une décision.

## Identifier les risques



© CERFrance





## Mesurer les risques

Il est possible de mesurer les risques selon 2 facteurs : **probabilité x gravité**.

- **Fréquence** : Probabilité de réalisation du risque.
- **Amplitude** : Mesure l'importance du danger.

*Exemple de la mise en place d'un essai* : le risque va dépendre de la surface concernée, de la nature de l'essai et des moyens engagés.

Un changement de variété n'aura pas le même impact sur le rendement qu'un changement d'espèce (du sorgho à la place du maïs par exemple).

Dans le cas d'un semis de lin, sensibles aux altises de la germination au stade 3-5 cm :

- Pour limiter la **fréquence**, il faut faire de la PRÉVENTION : semer dans de bonnes conditions pour favoriser une levée rapide et homogène et ainsi réduire la période de forte sensibilité.
- Pour limiter l'**amplitude**, il faut utiliser des moyens de PROTECTION : appliquer un insecticide quand des morsures sont détectées au champ.

Dans la stratégie globale de gestion des risques, il faut :

- Développer l'entreprise (risques positifs) et sécuriser les points vulnérables (risques négatifs) ;
- Se concentrer sur les risques majeurs ;
- Prévenir plutôt que guérir.

## Gestion des risques

Une fois les différents risques identifiés et mesurés, trois stratégies de gestion des risques sont déployables :

- La rétention, avec la mise en place d'une épargne de précaution ;
- Le transfert, vers des tiers, des partenaires ou des assureurs ;
- Le traitement du risque par neutralisation, prévention, protection ou duplication.

Selon le type de risque et la situation, il sera nécessaire de déployer une seule stratégie ou d'en combiner plusieurs.

La gestion des risques ne se résume pas à l'assurance. Seuls 3 contrats sont obligatoires :

- Responsabilité civile automobile (pour les véhicules terrestres à moteur) ;
- La garantie décennale ;
- La garantie dommages-ouvrages.

Tous les autres types d'assurance sont facultatifs :

Assurance incendie, vol, bris de glace, dégât des eaux, perte d'exploitation, bris de machines, intoxications alimentaires, atteinte à l'environnement, dommages causés aux récoltes des voisins...

## Méthodes de gestion des risques en agriculture

### 1) Risque de perte de production en volume et/ou en qualité

Les risques liés à l'activité et à la production sont les premiers risques incontournables à maîtriser car ils font partie intégrante du métier. Ces risques peuvent être induits : choix techniques, impasses, technicité... ou subis : aléas climatiques, incendie, maladies...

L'analyse des risques est renforcée par ces situations particulières, c'est le cas des productions concentrées (serres, élevage hors sol, arboriculture, vigne...) ou d'une situation géographique à risque (proximité de la ville, zone naturelle sensible, axe routier ou ferré à fort trafic...).

Une mauvaise maîtrise de ces risques touche directement au modèle économique de l'entreprise, à son fonctionnement et à sa chaîne de valeur.

*Est-ce qu'une erreur technique pourrait engendrer des conséquences importantes sur le cycle de production (perte de quantité ou qualité) ?*

- Réfléchir aux moyens à mettre en œuvre pour sécuriser le process ;
- Intégrer la dimension risque dans le choix des productions et la manière de les conduire ;
- Diversifier le nombre de productions pour diluer le risque.

*Les aléas climatiques peuvent-ils avoir un impact fort sur les productions de l'entreprise (perte qualité, quantité, perte de marchés... ) ?*

- Adapter les productions et leur conduite aux conditions climatiques de la région ;
- Faire le point sur les choix techniques à mettre en place pour faire face aux aléas climatiques ;
- Étudier l'intérêt de se couvrir par une assurance aléas climatiques, grêle...

Les pratiques agroécologiques représentent à la fois un risque de perte économique et une méthode de prévention des risques, notamment face aux aléas climatiques.

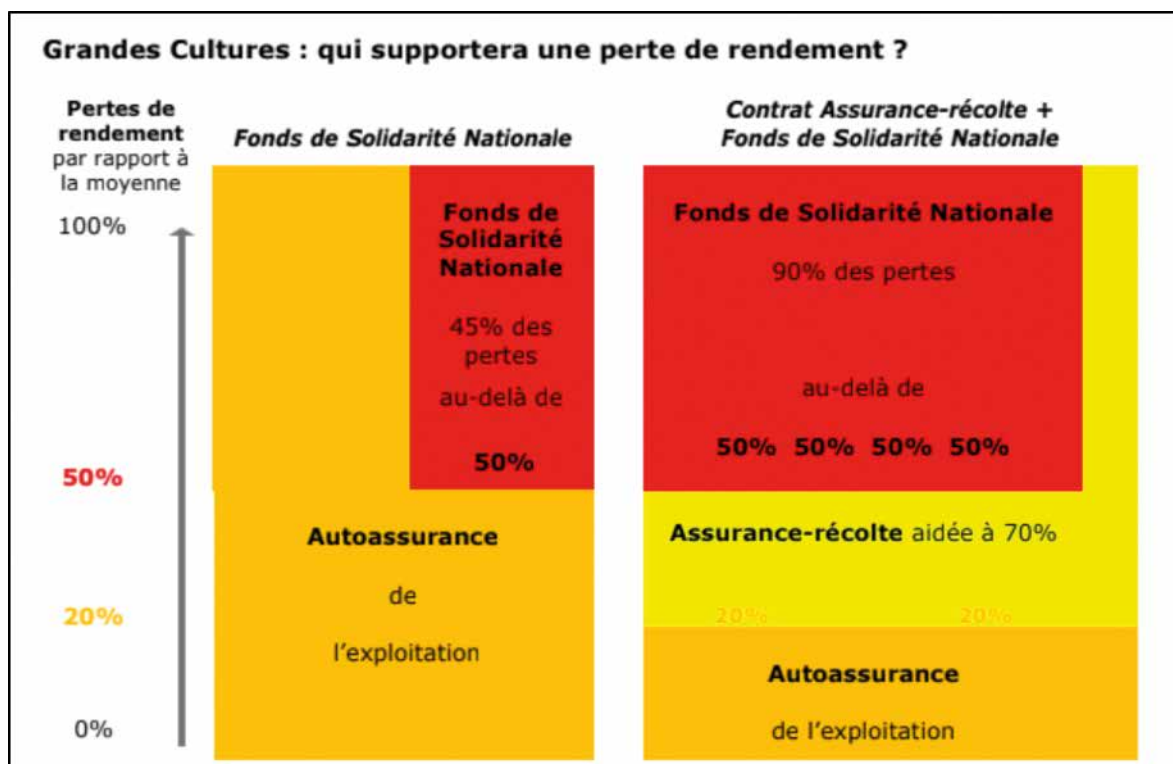
## Focus sur l'assurance aléas climatiques

Les 2 régimes assurance climatique / calamités agricoles sont désormais refondus en un seul : **le régime universel d'indemnisation des pertes de récoltes.**

Ce dispositif s'articule en trois niveaux selon le taux de perte :

- 1) L'aléa climatique courant ;
- 2) L'aléa climatique significatif ;
- 3) L'aléa climatique exceptionnel.





© CERFrance

Actuellement, le coût de l'assurance aléas climatiques est de 30 à 60€/ha selon le type de cultures assurées.

Le taux de remboursement des contrats par la PAC est désormais amélioré à **70% des dépenses engagées** pour la cotisation d'assurance (contre 65% avant).

Déclenchement possible des indemnités **dès 20% de pertes de rendement** vis-à-vis de la moyenne historique sur les cultures assurées (contre 30% minimum auparavant).

Désormais, l'exploitant peut opter entre 2 modalités de calcul de la base de prise en charge :

- Moyenne olympique ;
- Moyenne triennale glissante.

Un guichet unique : Chaque agriculteur devra choisir un assureur qui sera son interlocuteur. Il doit désigner cette compagnie d'assurance avant le 31 mars de chaque année, sinon il ne pourra pas bénéficier du Fonds de Solidarité Nationale. Des exceptions limitées dans le cas des petites filières sont prévues.

## Repères technico-économiques

Indicateurs permettant de juger sur la situation financière de l'entreprise :

- Ratio d'autonomie économique :  $\text{marge brute} / \text{produit brut} > 60\%$  ;



- Ratio de contrainte structurelle : charge de structure / produit brut >80% ;
- Ratio EBE/ produit brut > 30% ;
- Taux d'endettement : Dettes/ actif < 60% ;
- Ratio EBE / annuités > 1 ;
- Niveau de trésorerie ;
- Épargne de précaution.

**Coût de revient** = somme de tous les coûts supportés pour sa production.

Connaître ses coûts de revient est déterminant en période de conjoncture instable !

Les risques peuvent affecter à la fois le poste « produit » selon l'impact sur le rendement/récolte, et le poste « charges opérationnelles » par exemple dans le cas d'un essai nécessitant une charge supplémentaire. Dans tous les cas, ce risque se répercute sur le résultat de l'exercice.

L'impact économique de la mise en place de l'essai se calibre selon le système, la durée de l'essai envisagé, et le protocole de test.

**Méthodologie du Budget Partiel** : permet de quantifier les points positifs et négatifs d'un changement de pratique ou d'un essai.

Exemple dans le cas d'un essai plante compagne orge en betterave pour lutter contre le puceron et réduire les passages d'insecticide, résultant cette année en une perte de rendement de 10t/ha :

Eléments favorables au changement				Eléments défavorables au changement			
Produits en plus	Ha	€/ha	Total gain (€)	Produits en moins	Ha	€/ha	Total pertes (€)
				- 10T à 40€/ha	1.5	40€/T	600€
Charges en moins	Ha	€/ha	Total gain (€)	Charges en plus	Ha	€/ha	Total pertes (€)
Insecticide	3	30	90€	<b>Semence orge</b>	1.5	7.5	11.25
				<b>Destruction</b>	1.5	20	30
<b>TOTAL Avantages:</b>			90€	<b>TOTAL Inconvénients:</b>			641€

© CERFrance







# Cultures d'Industrie sur Sols Vivants

- Livret technique -