

1. Cycle de l'eau dans le sol
2. Gestion des sols
3. Quelques conseils pour la gestion de territoire





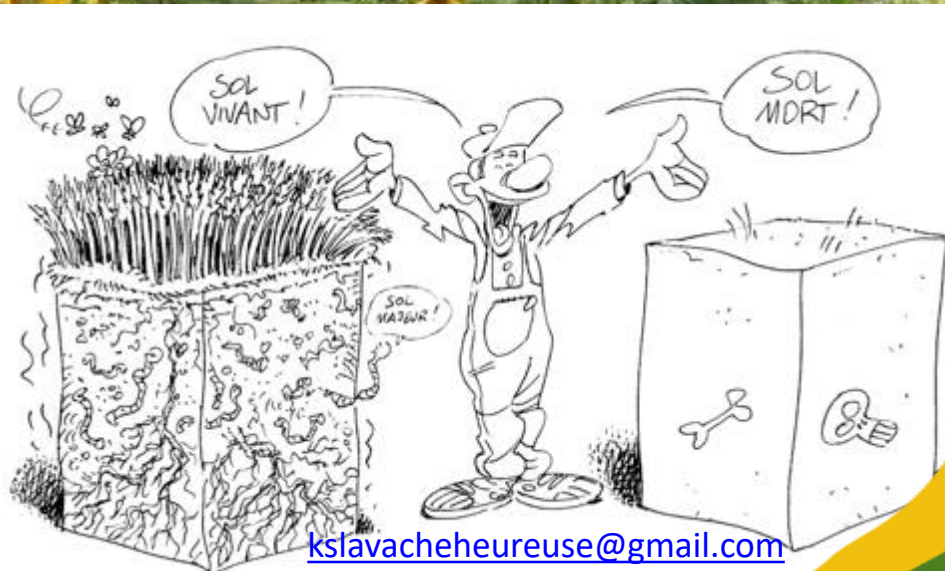
# Cycle de l'Eau et Gestion des Sols



05 Novembre 2024



Konrad Schreiber  
Agronome sur sol  
Vivants



[kslavacheheureuse@gmail.com](mailto:kslavacheheureuse@gmail.com)



Autonomie en protéine sur sols vivants  
Zéro émissions de GES en élevage



Symbioses et Mycorhizes  
Agroforesterie, paysage, climat



Taille de la Vigne  
Physiologie Végétale



Mesurer les Résultats des Pratiques Agricoles  
Agroécologie, Bilans humiques et Carbone



Diffusion libre du Savoir Faire  
en relation avec le Savoir & Formations



Sensibilisation des IAA et mise en place de  
l'IR (Indice de Régénération des sols)



Formation et sensibilisation

Les Vignerons  
du Vivant

Formation Réinsertion avec les  
Apprentis d'Auteuils



Gestion de projet  
Partenariat & Aide au développement



## 1. Gestion des sols

## 2. Quelques conseils pour la gestion de territoire





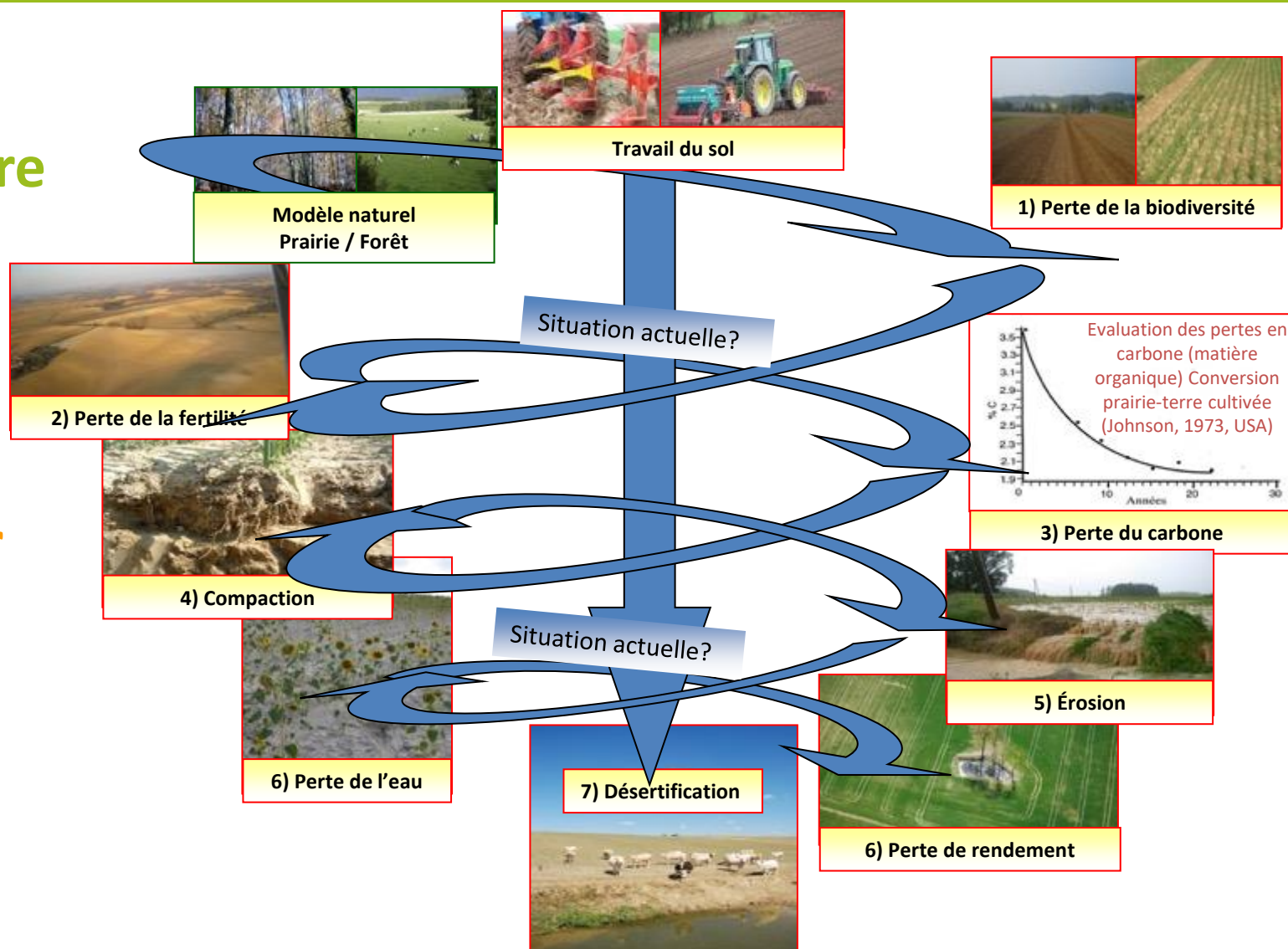


**Pourquoi ?**

Copier la nature pour faire  
l'agriculture

VS

Détruire la nature pour  
faire l'agriculture





# Cycle de l'Eau et Gestion des Sols

*Polluer, c'est faire du café*

05 Novembre 2024



Sol

+



Super turbo mixer

+



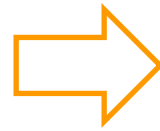
Eau

=



### Il y a un problème :

- De colle humique (humus)
- De couverture des sols
- De gestion des plantes
- De gestion des sols



Il faut une approche agronomique globale sur chaque captage

**Pour améliorer les « pratiques agricoles »**



Mono culture de maïs grain et travail du sol

### Parcelles côte à côte

(Source : programme Agr'eau 2016)



Mono culture de maïs grain + couvert végétal en semis direct

### HYPOTHÈSE : LE SOL

#### La dégradation de la ressource

La matière organique  
C + N  
La photosynthèse et  
la vie biologique  
permettent le  
stockage de C et N

+

Travail du sol  
+ oxygène  
+ énergie ...

=

GES ↑  
CO<sub>2</sub> + Nitrates  
NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ↓

Le travail du sol permet  
d'exploiter le stock initial de  
carbone en accélérant la  
minéralisation de la matière  
organique

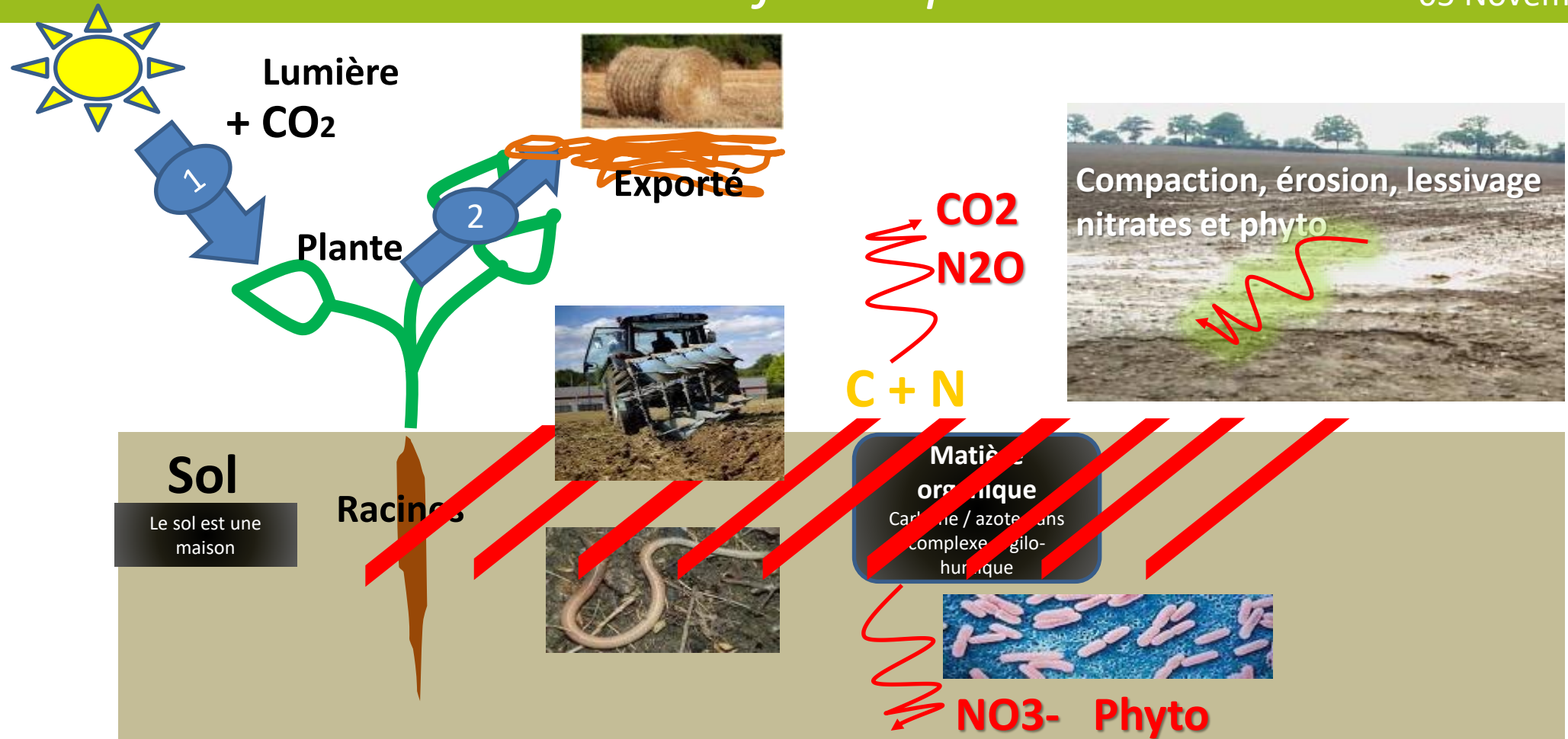
Il faudrait supprimer le  
travail du sol pour construire  
un système de couverture  
qui produise beaucoup en  
Agroécologie.

« Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme »



# Cycle de l'Eau et Gestion des Sols

## *Détruire un sol fertile pollué !*



**Détruire la maison, affamer et tuer les habitants  
Le travail du sol est responsable de toutes les pollutions agricoles**

## Record du monde de labour

Un passage d'outil  
=  
500kg de C perdus /ha  
Et 50 kg de N minéralisé / ha

9m de large sur 27cm de profondeur avec 640ch  
321,17 ha labouré en 24h

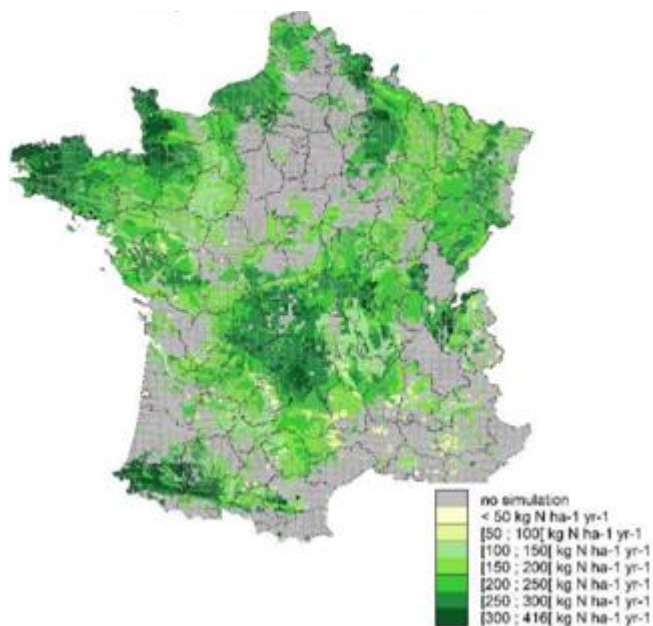


Référence USDA de perte de CO<sub>2</sub> en labour ~200g CO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup>

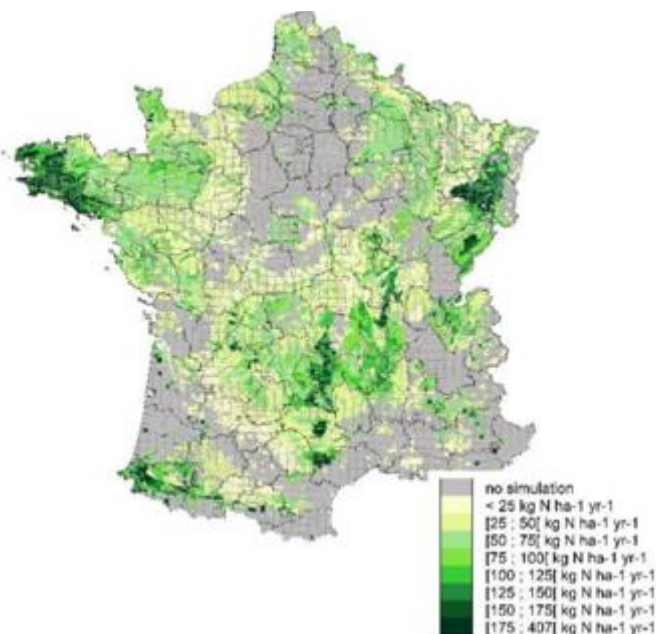
Perte en Carbone : 577,8 t CO<sub>2</sub>, soit 160,5t de Carbone en 24 heures



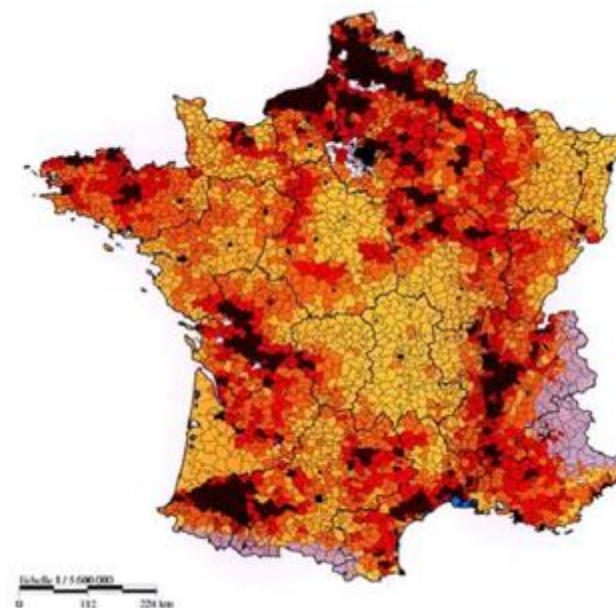
Exportation des protéines



Lessivage des nitrates



Carte érosion des sols



La carte des protéines définit les zones d'élevages et en découle à ces endroits géographiques les problèmes d'érosion et de lessivage des nitrates. Les cartes « lessivages des nitrates » et « érosion » se superposent relativement bien sauf dans le massif central et en Picardie.

## *La perte de matière organique est une réalité*

### Pour 1 ha à 4 % de matière organique

$10\,000\text{ m}^2 \times \text{profondeur de sol (0,30 m)} = 3\,000\text{ m}^3 \text{ de terre}$

$3\,000\text{ m}^3 \times \text{densité du sol (1,3)} = 3\,900\text{ t de terre}$

$3\,900\text{ t} \times 4\% \text{ M.O.} = 156\text{ t de matière organique}$

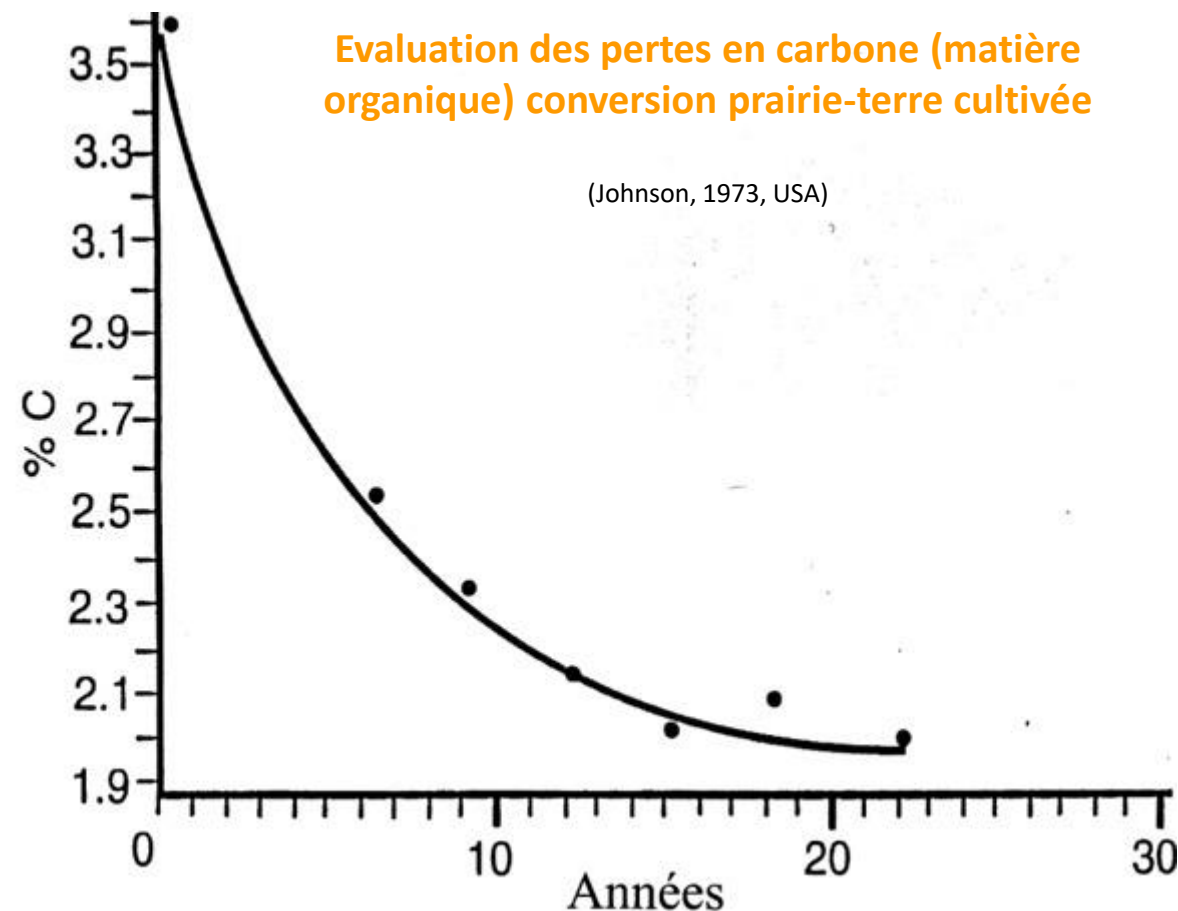
$156\text{ t M.O.} = 90\text{ t de carbone (58 \% de la M.O.)}$

$156\text{ t M.O.} = 9\text{ t d'azote} = 9\,000\text{ kg N/ha en stock}$

### Perte = 50 % du stock en 20 ans

$= 45\text{ t de carbone} = 165\text{ t CO}_2 = 8,25\text{ t CO}_2/\text{an} = \text{GES}$

$= 4,5\text{ t d'azote} = 225\text{ kg N/ha/an} = \text{NO}_3^-$

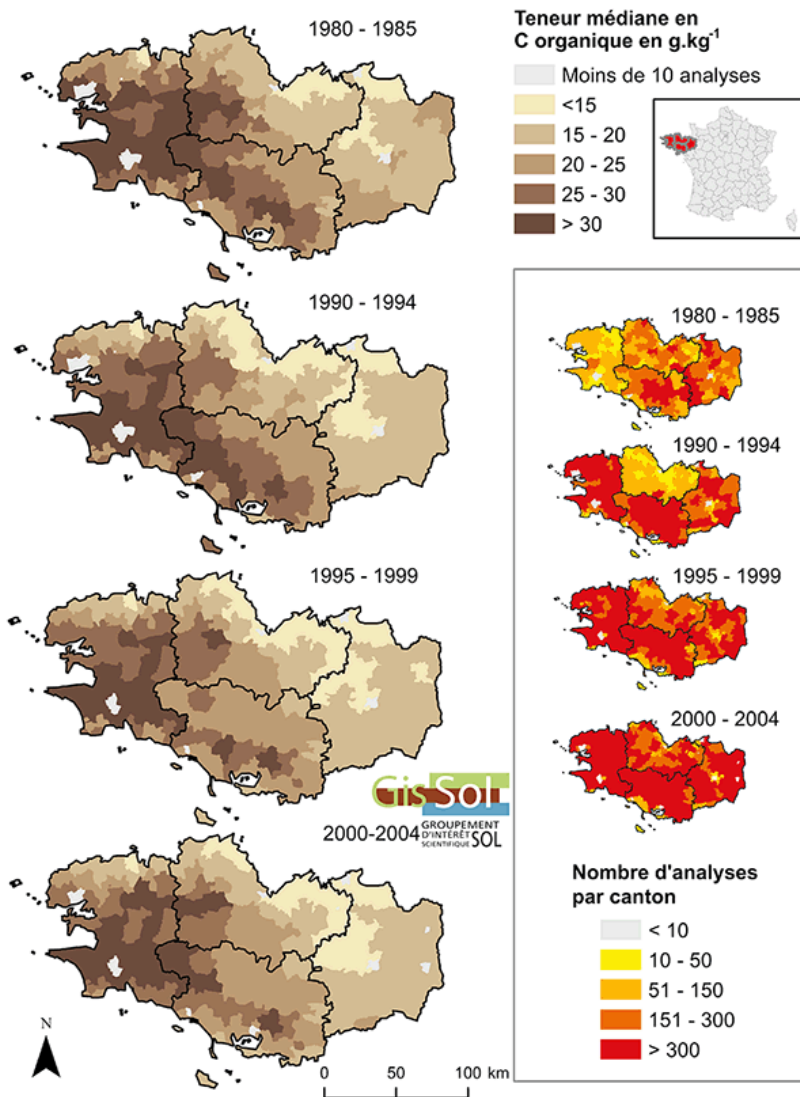


**Hypothèse : Le coefficient de minéralisation ( $K_2$ ) augmente avec l'intensité du travail du sol**

Source : FARDEAU, J.C, THIERY, J., MOREL, C., BOUCHER, B., 1988 – *Taux net annuel de minéralisation de la matière organique des sols de grande culture de Beauce, conséquence pour l'azote.* – Communication du GEMOS ( Groupe d'Etude des Matières Organiques des sols ), pp. 27-40 – INRA, Dijon



## *La perte de matière organique est une réalité*



## Evolution des teneurs en carbone organique des sols bretons

Comparaison des analyses de la période 1980 à 2004

Une baisse généralisée proportionnelle aux teneurs initiales

Source : Gis Sol, BDAT, 2004 ; IGN, Geofla®, 2008.

Note : La collecte des analyses de la Base de Données d'Analyses de Terre (BDAT) ayant débuté plus tôt en Bretagne (1980) qu'au niveau national (1990), ces statistiques ont permis d'analyser l'évolution du carbone organique dans les sols bretons sur une période de plus de 20 ans.

## « Test de stabilité structurale à l'eau »



Sol vivant



Sol mort (30 min)



Les porosités mécaniques  
ne sont pas résiliente  
à l'eau et à la gravité





## Test de stabilité structurale à l'eau après 5 mois de mélanges

H48 : 1kg terre + 100gr compost + mixtion



H48 : 1kg terre + 100gr herbe + mixtion



1. Gestion des sols
2. Quelques conseils pour la gestion de territoire



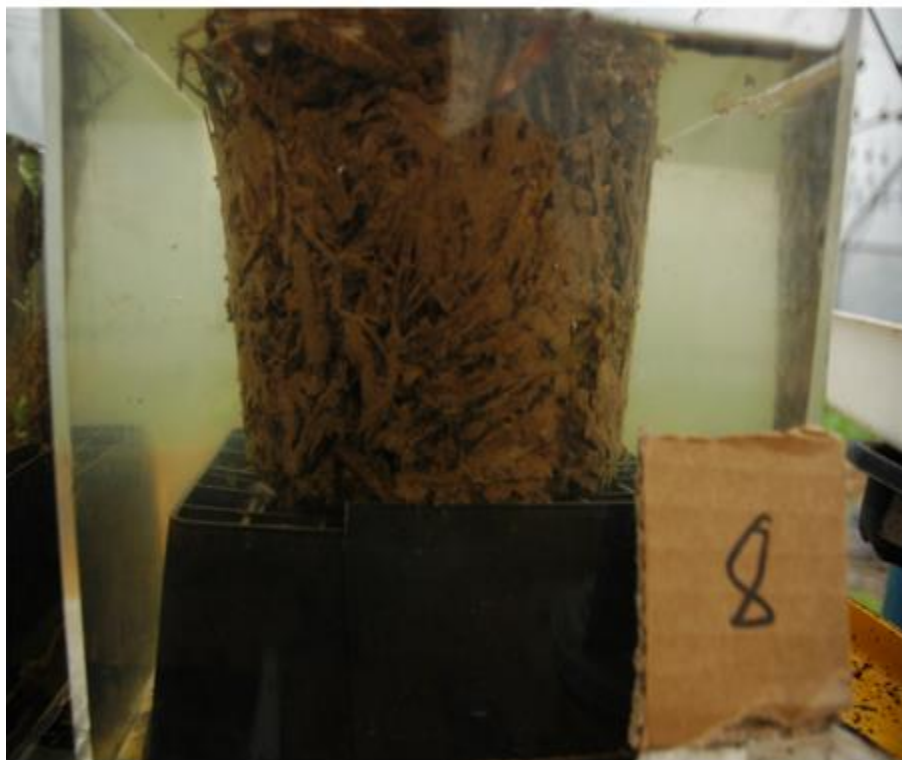


## « Test de stabilité structurale à l'eau »

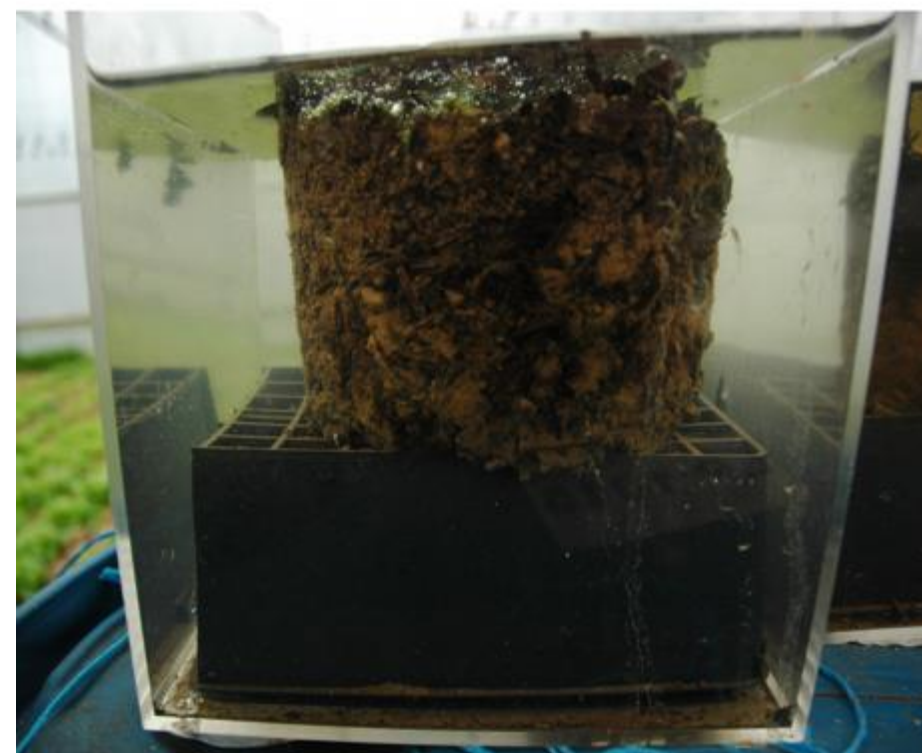
*Vive la paille et le bois, vive le carbone !*

## Test de stabilité structurale à l'eau après 5 mois de mélanges

H48 : 1kg terre + 100gr paille + mixtion



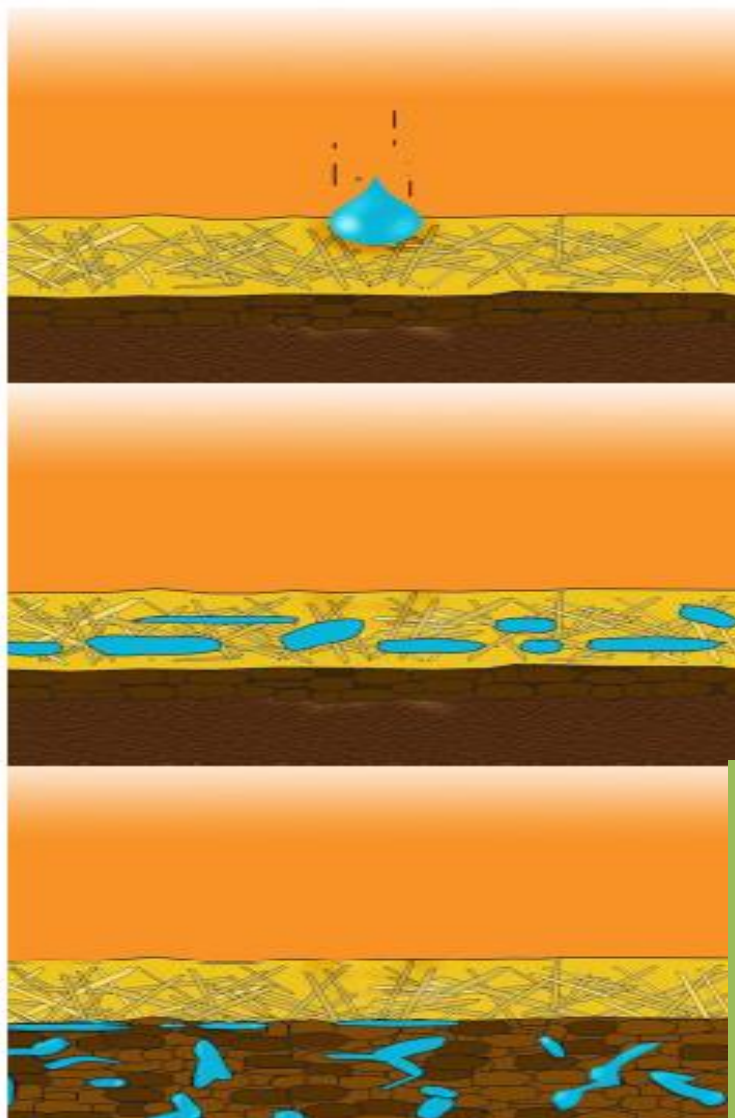
H48 : 1kg terre + 100gr BRF + mixtion



# Cycle de l'Eau et Gestion des Sols

## *La forêt : litière et protection par la couverture*

05 Novembre 2024



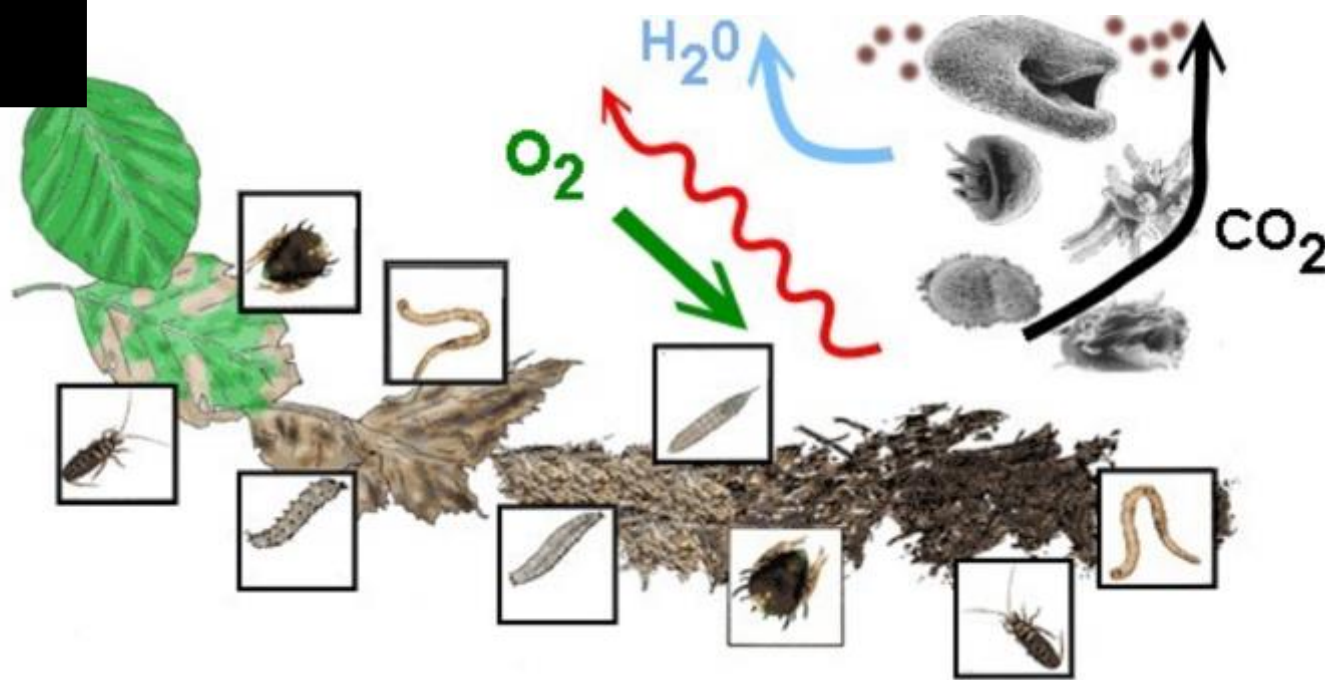
La forêt : litière et protection par la couverture du sol : l'eau pénètre lentement dans le sol après avoir été capté par une litière qui sert de diffuseur. Ainsi, elle ne ruisselle que très rarement.

Il en va de même pour l'azote : la litière se décompose dans l'air ce qui permet de capter de l'azote et d'en optimiser l'utilisation (pas de pertes par gazéification ni de lessivages).

C'est le même raisonnement pour le CO<sub>2</sub> : la litière empêche sa perte en régulant son flux vers les stomates



Carbone



Un cortège vivant à la fois

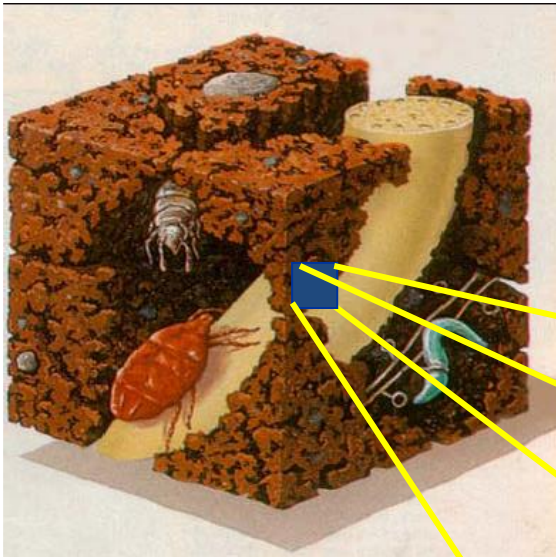
- Nourrit par du carbone
- Constitué de carbone
- Gestionnaire du carbone
- Diffuseur de carbone.

# Cycle de l'Eau et Gestion des Sols

*Le sol est une construction biologique*

05 Novembre 2024

**1 cm<sup>3</sup> de terre**



**contient:**

**1 - 5 km d'hyphes fongiques**

**10<sup>6</sup> - 10<sup>9</sup> bactéries**

**10 000 – 60 000 protozoaires**

**50 - 100 nématodes**

**1 collembole**

**1 insecte**

**protozoaires**

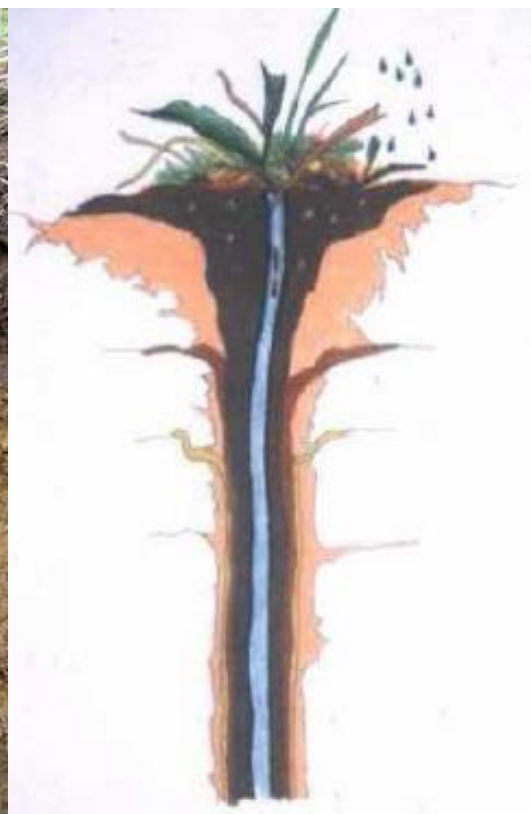
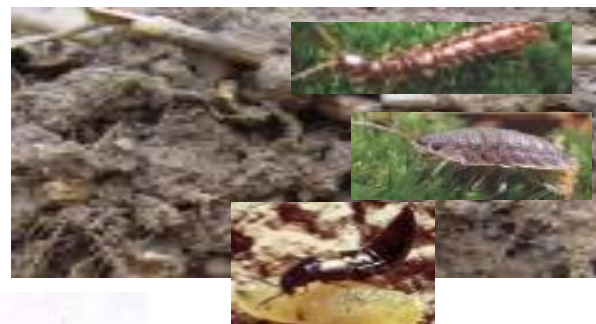




# Cycle de l'Eau et Gestion des Sols

*Le sol est une construction biologique*

05 Novembre 2024



galerie

logette  
d'estivation

25 cm

Image au scanner d'un réseau de galeries (Pérez, 2003)

C' est une mixture de composants



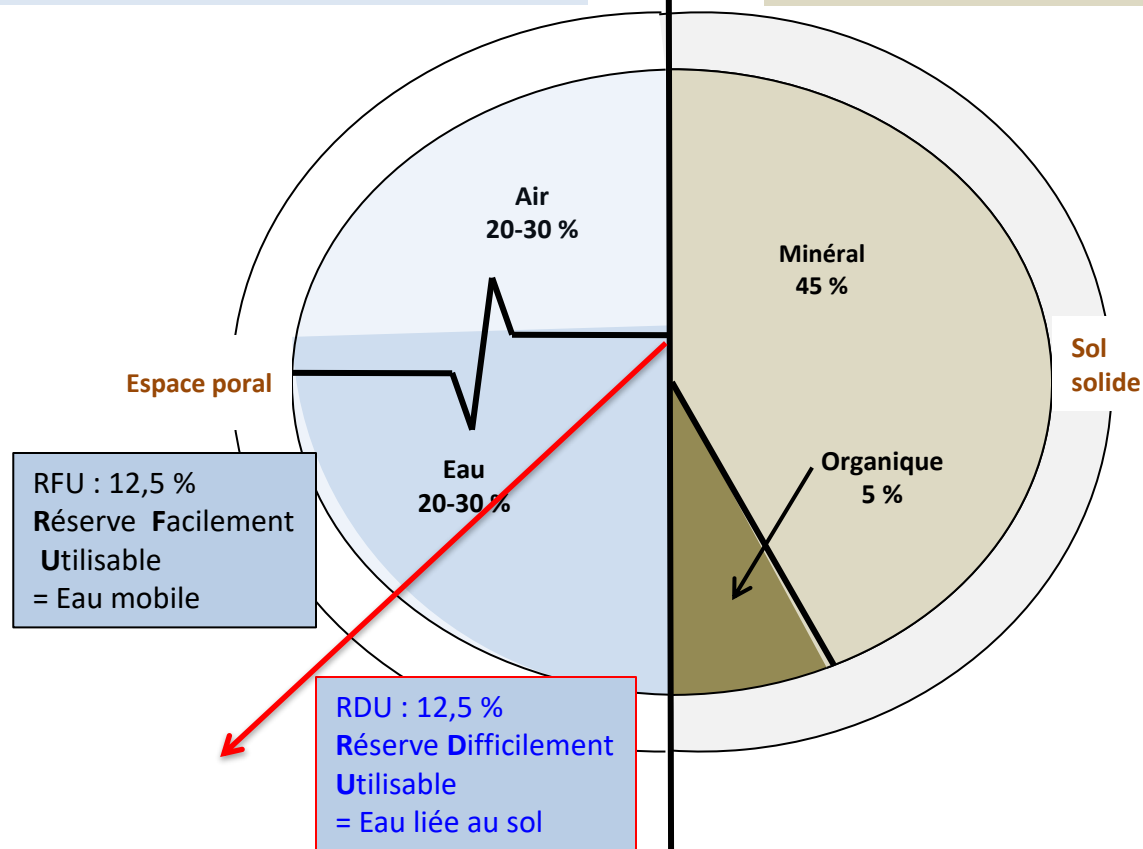
**Macro agrégat = une motte naturelle (sous bois)**  
50% de vide et 50% de matériaux

**La partie vide  $\approx 50\%$**

- eau  $\approx 20$  à  $30\%$
- air  $\approx 20$  à  $30\%$

**La partie solide  $\approx 50\%$**

- minéral  $\approx 45\%$
- M.O.  $\approx 5\%$





## La Réserve Utile (RU) est dans la microporosité biologique

La macroporosité biologique permet le remplissage en eau de la microporosité, donc de la RU (connexion micro/macroporosité)

- **45 % de la RU** est de l'eau mobile qui se déplace vers les racines par la force de succion des végétaux = **RFU**

- **55 % de la RU** est de l'eau liée qui ne peut pas s'extraire du sol par la force de succion: **les plantes doivent chercher l'eau!**

- ❖ Seuls les champignons sont capables d'en extraire l'eau pour les racines
- ❖ Les mycorhizes (champignons) peuvent explorer cette partie fine du sol
- ❖ **Avec des champignons dans le sol, l'eau n'est plus un facteur limitant**



Radicelle : explore la macro et la microporosité

Mycorhizes : filaments 100 fois plus fins que la racine qui améliorent la prospection de la microporosité

# Cycle de l'Eau et Gestion des Sols

## *Le sol est une construction biologique*

05 Novembre 2024

Les champignons : les mycorhizes  
Lever le facteur limitant « **EAU** » du sol  
**Les mycorhizes x 15 le volume racinaire**

Association racine de pin + champignons (en blanc)

Echange de nutriments :  
Minéraux et eau vers la plante  
Carbone (sucres) vers le champignon

Mais aussi échanges de sucres et d'eau entre plantes

La symbiose est une collaboration positive gagnant /gagnant où  
l'on se rend des services mutuels  
La symbiose consomme peu d'énergie



Source : Selosse et al, CNRS, La Recherche, n° 411, Septembre 2007



# Cycle de l'Eau et Gestion des Sols

*Le sol est une construction biologique*

05 Novembre 2024

Aggregation ou aggradation du sol et la porosité liée à l'activité biologique (plantes + sol vivant)



1 culture par an

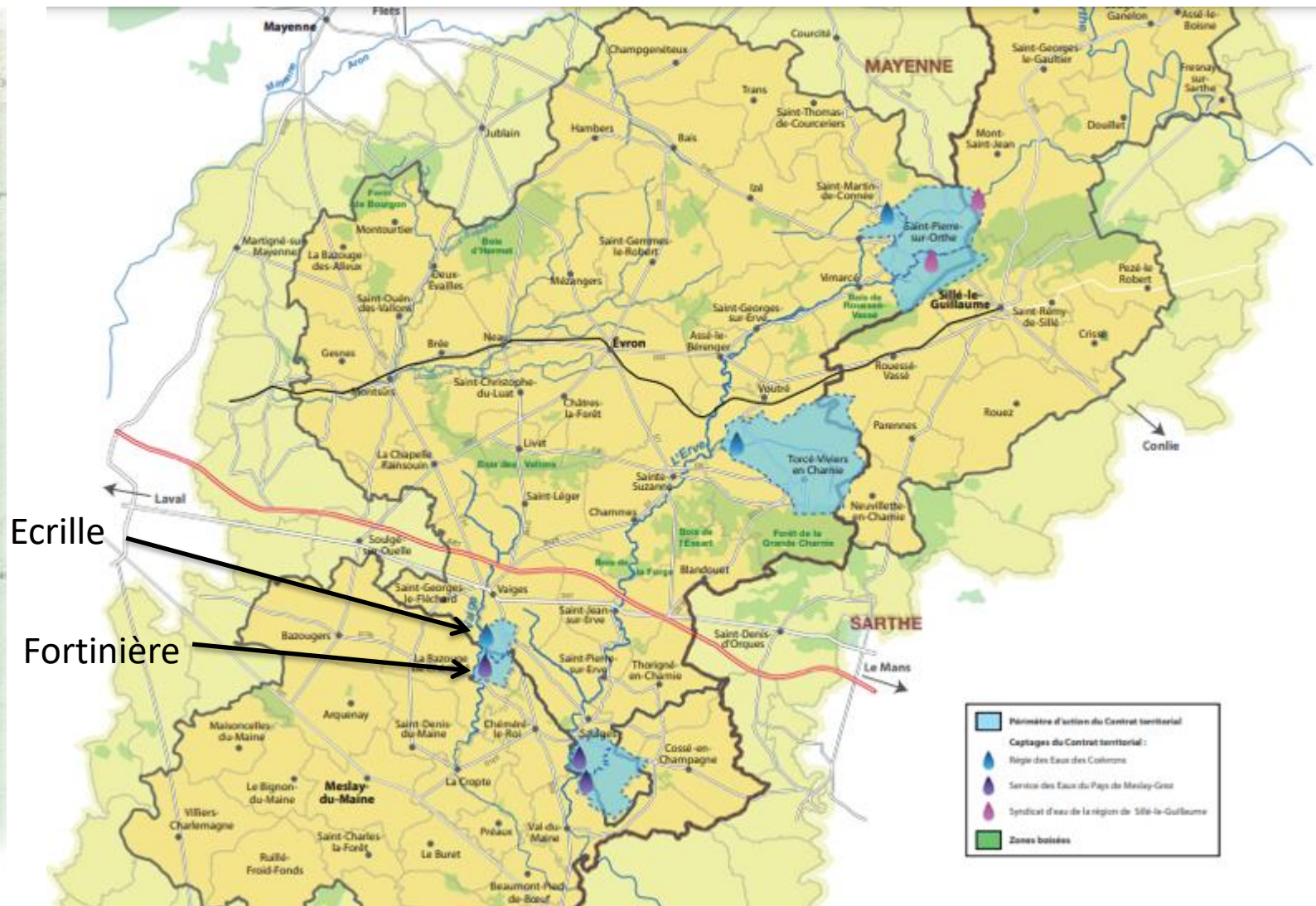
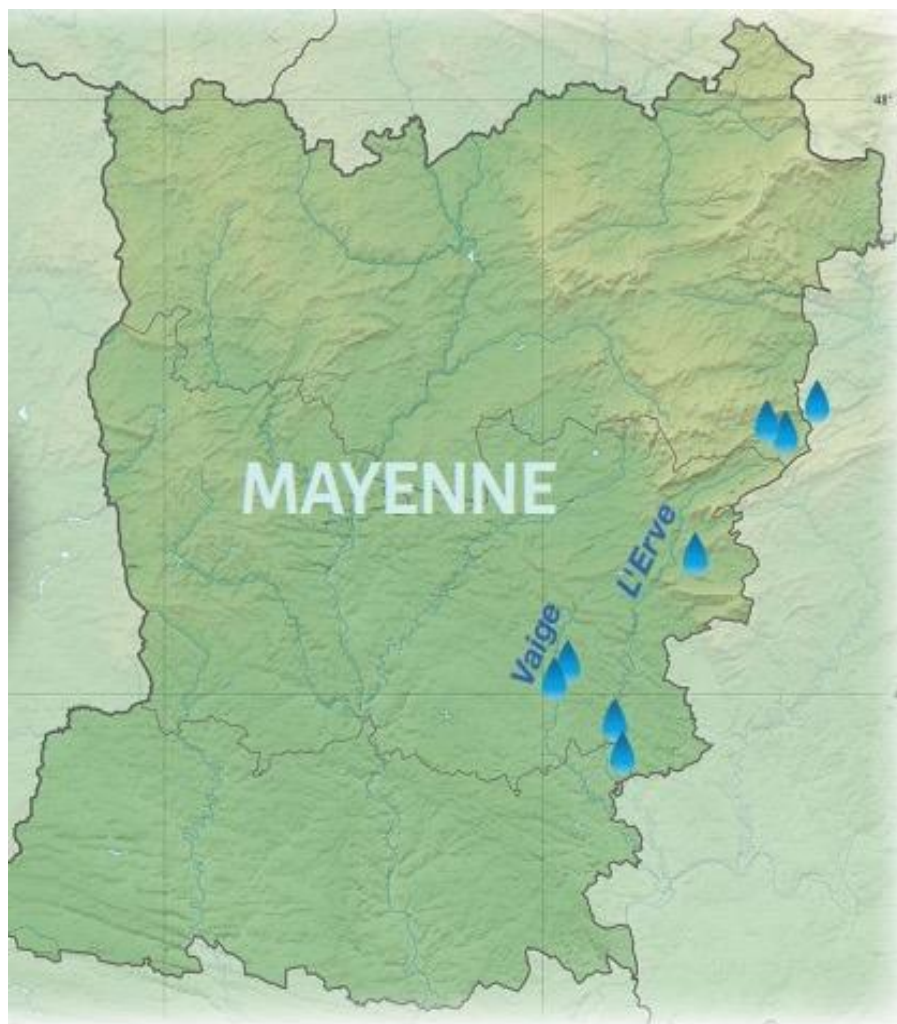
1 Couvert Végétal  
+ 1 culture par an



1. Cycle de l'Eau
2. Cycle de l'eau dans le sol
3. Gestion des sols
4. **Quelques conseils pour la gestion de territoire**





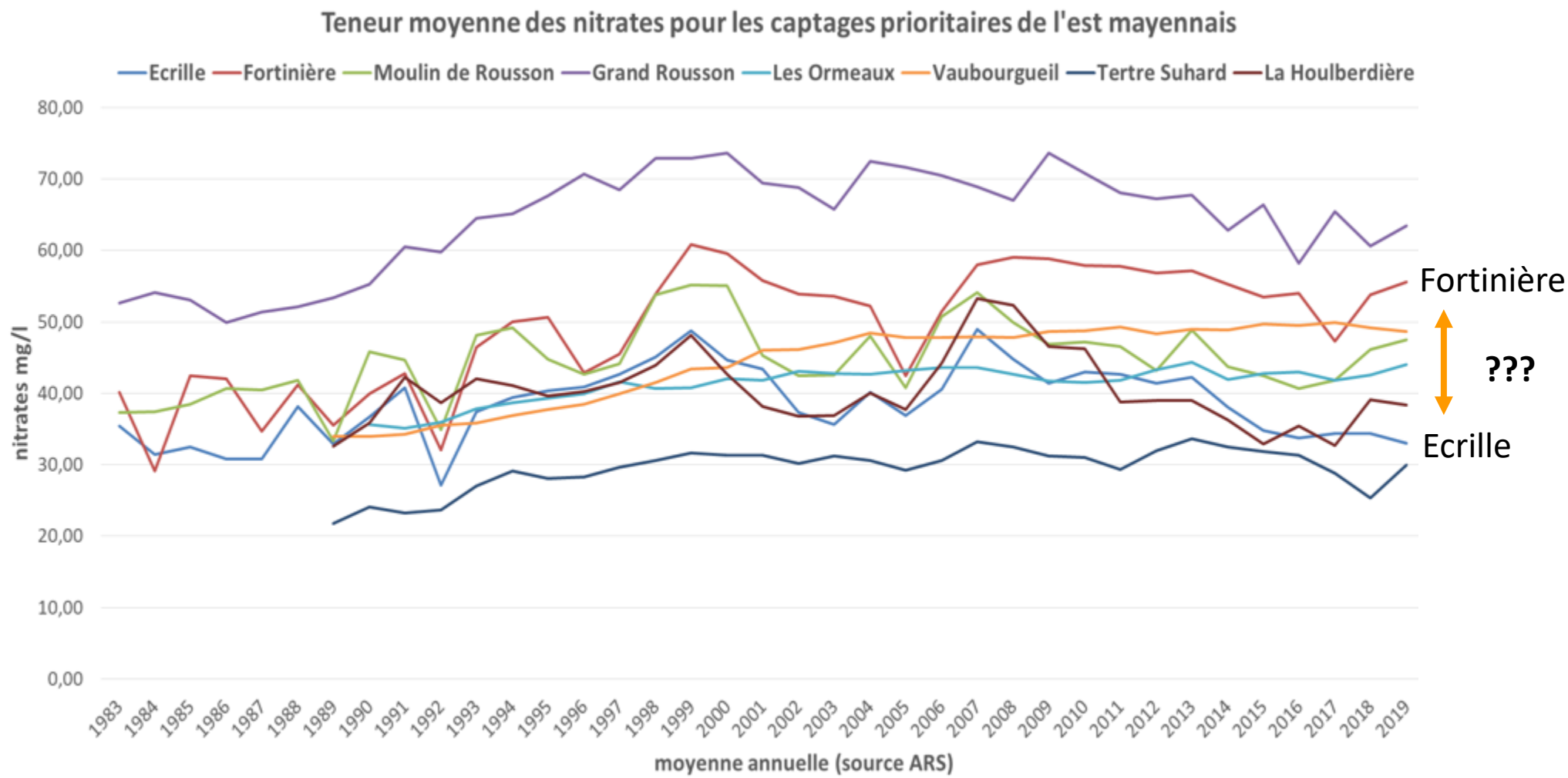


# Cycle de l'Eau et Gestion des Sols



05 Novembre 2024

*Hypothèse centrale : Les pratiques agricoles sont la clef de la gestion des nitrates*





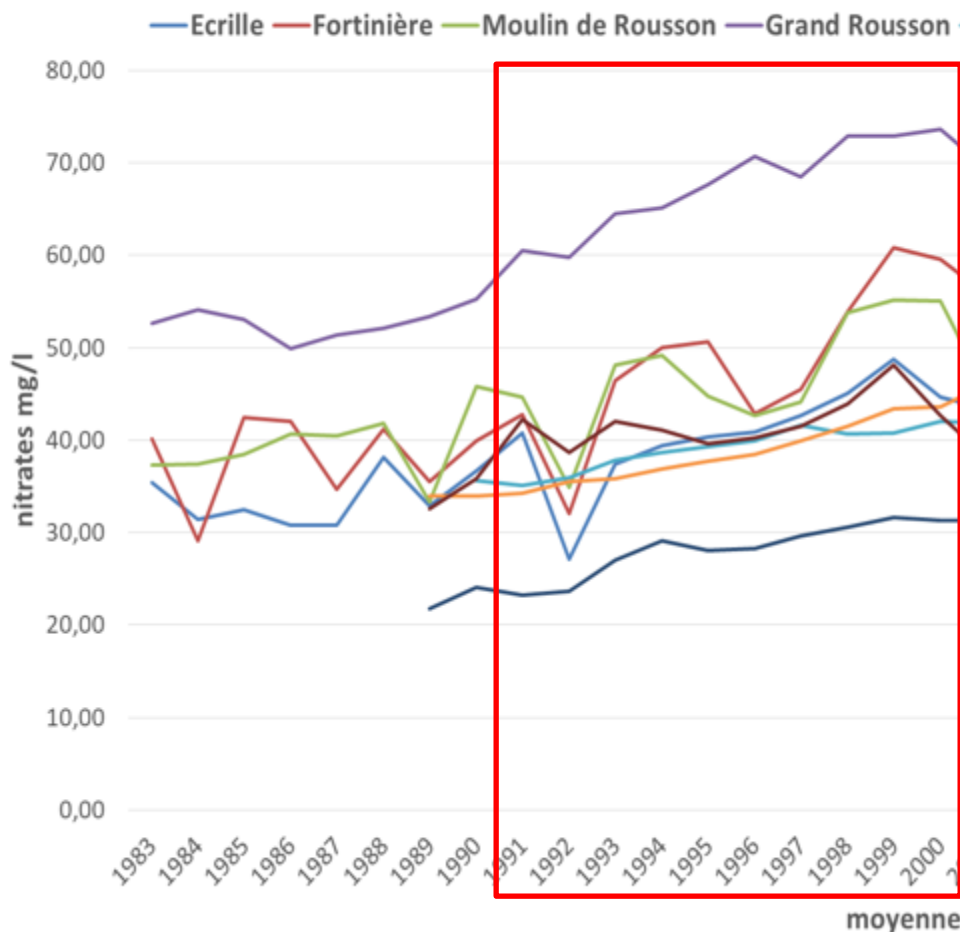
# Cycle de l'Eau et Gestion des Sols

*Les pratiques agricoles sont la clef de la gestion des nitrates*



05 Novembre 2024

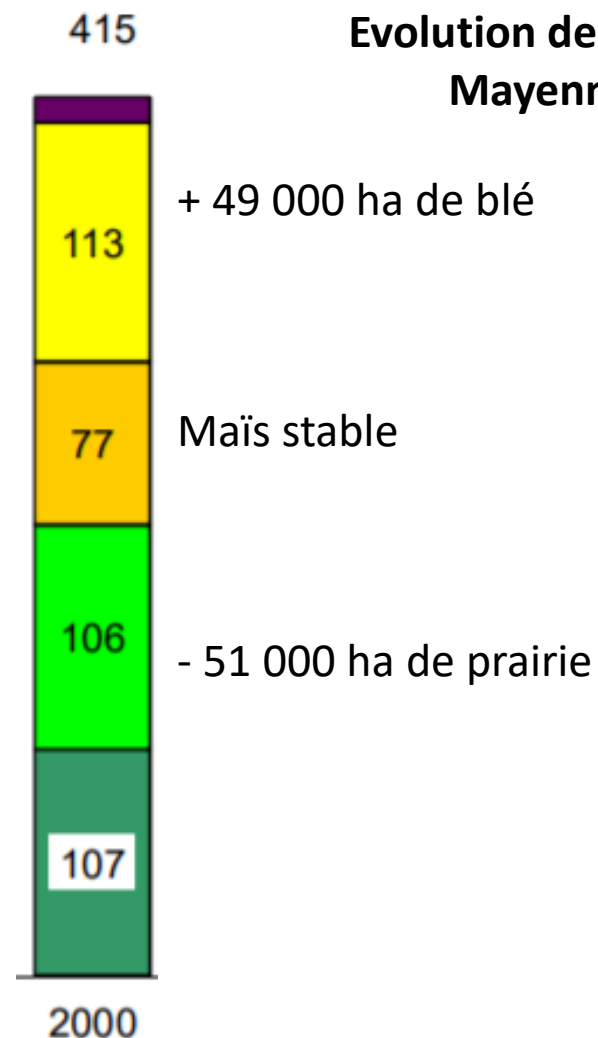
Teneur moyenne des nitrates pour les captages prioritaires de l'est mayennais



Forte hausse de la pollution à partir des années 90

Mise en place de la PAC (restructuration, quota,...)

## Evolution de la SAU Mayenne



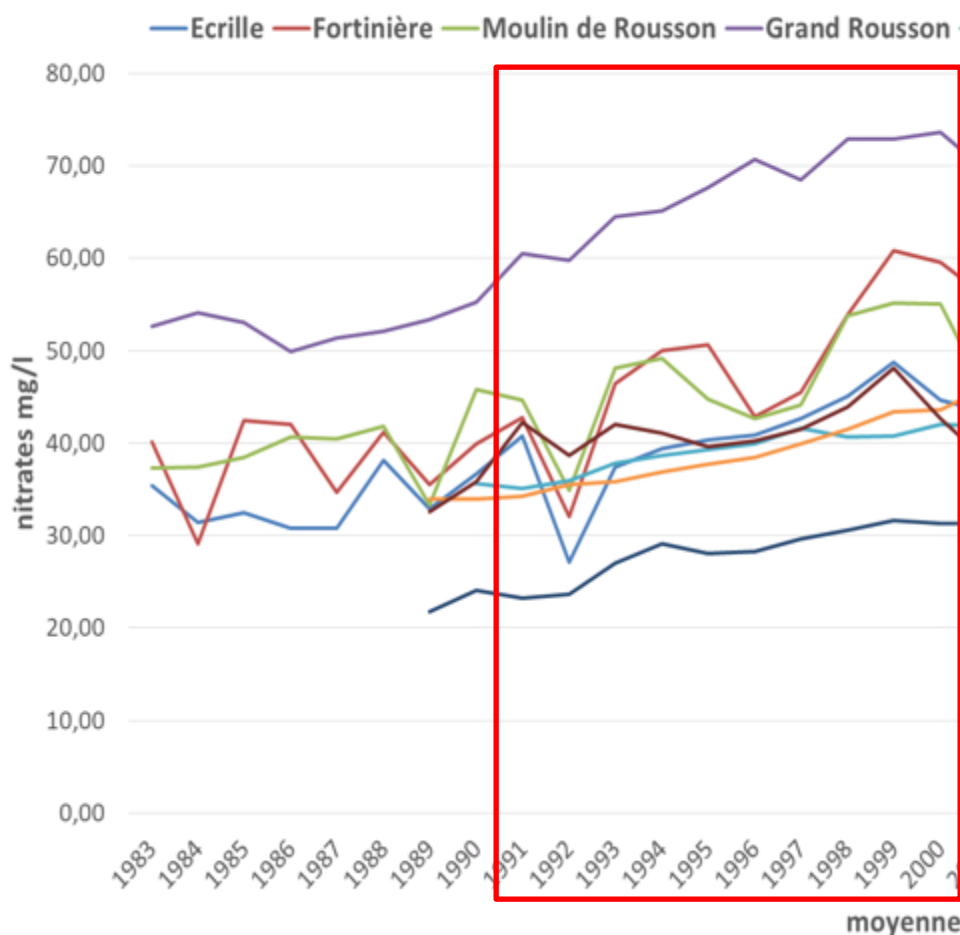
# Cycle de l'Eau et Gestion des Sols

*Les pratiques agricoles sont la clef de la gestion des nitrates*



05 Novembre 2024

Teneur moyenne des nitrates pour les captages prioritaires de l'est mayennais

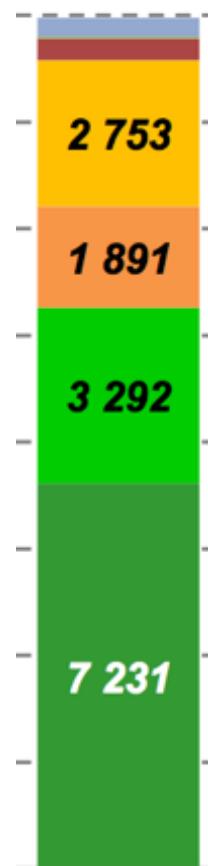


Forte hausse de la pollution à partir des années 90

Mise en place de la PAC (restructuration, quota,...)

**15 955 ha**

**Evolution de la SAU du  
canton d'Evron  
1988 // 2000**



+ 524 ha de blé

+ 137 ha de Maïs

+ 1 818 ha de prairies  
temporaires

- 4 138 ha de prairies  
permanentes

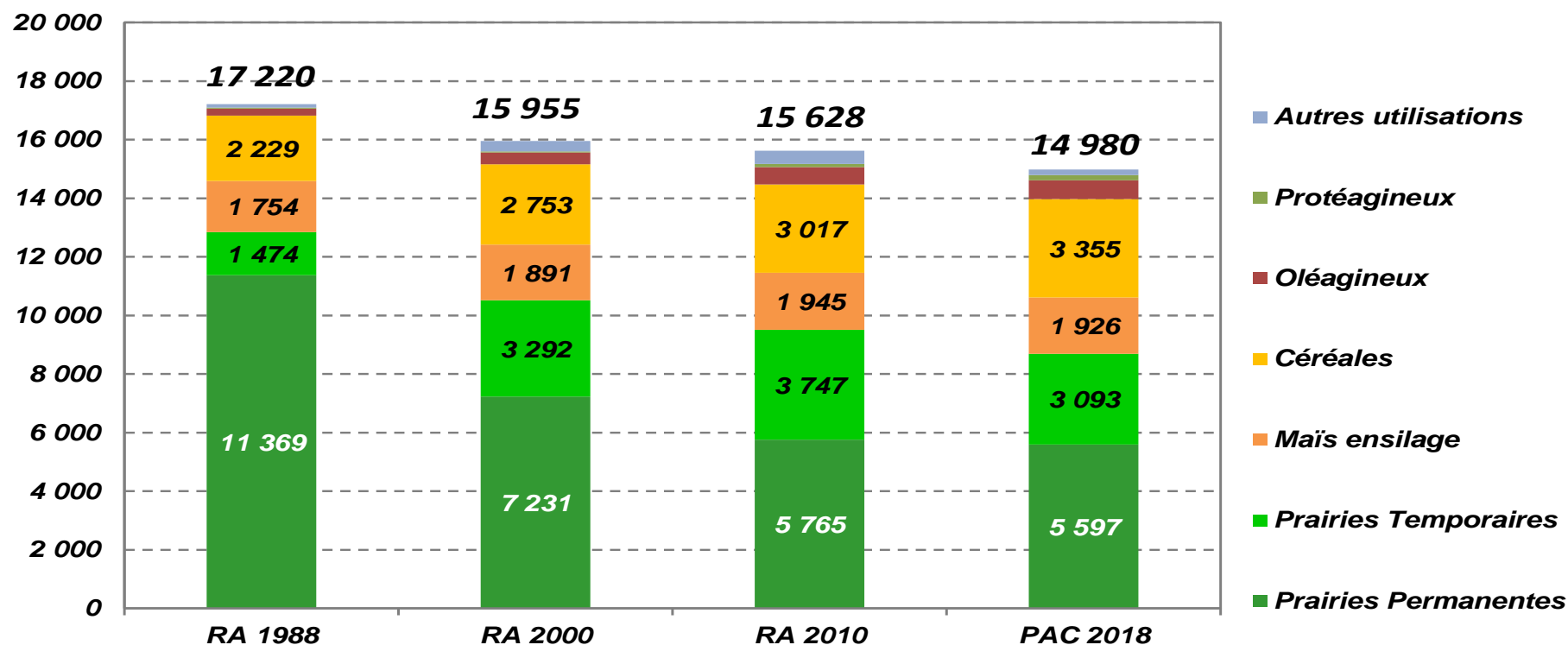
**+ 2 479 ha travaillés**

**RA 2000**



## Evolution de l'utilisation de la surface agricole du canton d'Evron

**Evolution de l'utilisation du sol de 1988 à 2018  
sur le canton d'Evron en ha**



# Cycle de l'Eau et Gestion des Sols

*Les pratiques agricoles sont la clef de la gestion des nitrates*

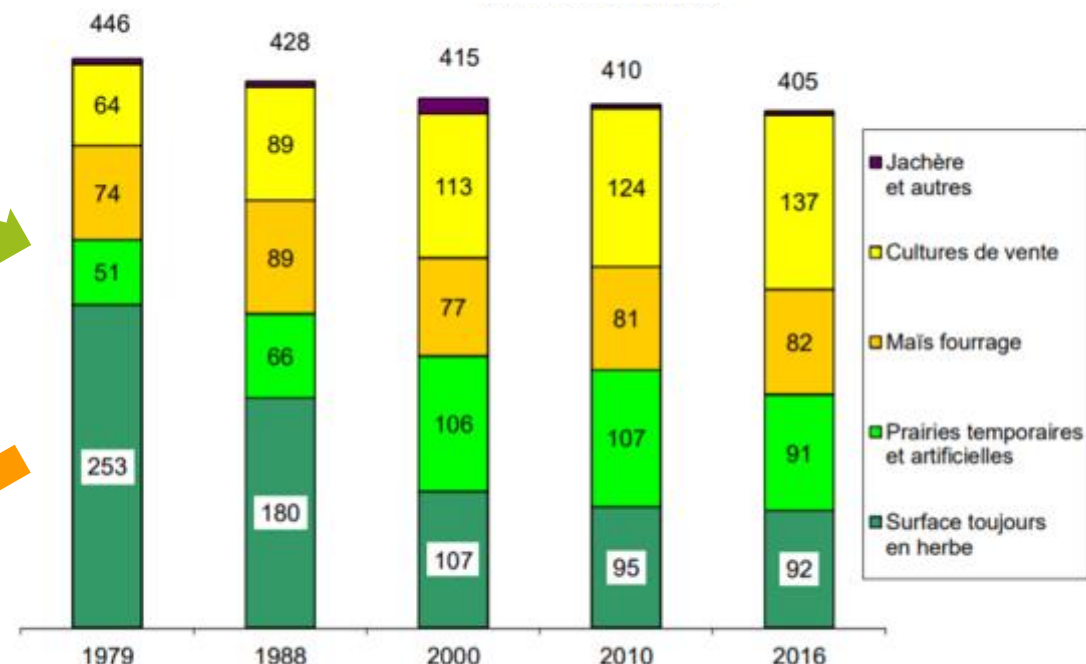


05 Novembre 2024

Il faut regarder 4 choses :

- Le changement de pratiques agricoles
- Le changement d'affectation des surfaces
- L'évolution de la couverture des sols
- Intensité de la perturbation des systèmes

Perte de 161 000 ha de prairie en 37 ans (Mayenne)

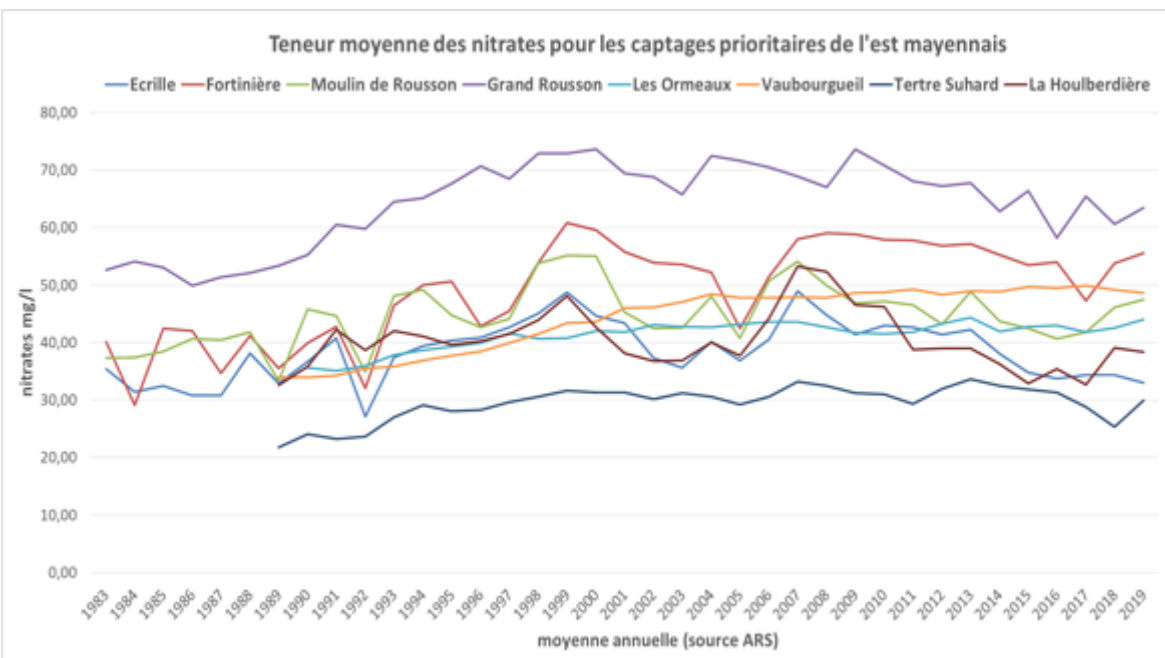


PEP chambres d'Agriculture des Pays de la Loire

Source: Agreste

**La couverture des sols est fondamentale !**

Méthodologie d'investigation : retrouver les assolements à partir des comptabilités via enquêtes chez les agriculteurs des captages et regarder l'évolution des % de MO du sol.





# Cycle de l'Eau et Gestion des Sols

## Bilan des pertes selon les pratiques agricoles : projection théorique



05 Novembre 2024

### Forte baisse de l'humus du sol : division par 2 en 40 ans (à vérifier)

Mayenne 1980  
446 milliers ha SAU

64
Surface culture de vente
74
Surface maïs fourrage
51
PT et artificielle
253
Surface tj en Herbe

#### Rotation 1980

189 000 ha

Herbe - maïs - blé

#### Résultats

Système labour

Bilan MO de la rotation :

- 0,59 T/ha

Minéralisation du sol : 34

Un/ha

Fertilisation en plus

#### La Mayenne : 1980 // 2016

- Perte de 40 000 ha SAU
- Culture de Vente x 2
- Maïs Fourrage + 10 %
- PT x 1,8
- PN ÷ 2,5



#### Rotation 2016

310 000 ha

Herbe - maïs - blé – blé

#### Résultats

Système labour

Bilan MO de la rotation :

- 2,69 T/ha

Minéralisation N du sol :

+ 156 UN

Fertilisation en plus

Mayenne 2016  
405 milliers ha SAU

137
Surface culture de vente
82
Surface maïs fourrage
91
PT et artificielle
92
Surface tj en Herbe

Perte de 80 tonnes d'humus, passage de 4 à 2% de d'humus à l'analyse.

Perte par minéralisation de 46 tonnes de carbone

Perte par minéralisation 4 600 UN = 115 UN/ha/an

Risque environnemental selon les bilan humiques simplifiés 1980 // 2016 :

+ 122 UN/ha auquel il faut ajouter les apports de fertilisant : + 150 UN/ha

# Cycle de l'Eau et Gestion des Sols

*Nourrir les hommes + le SOL !!!*

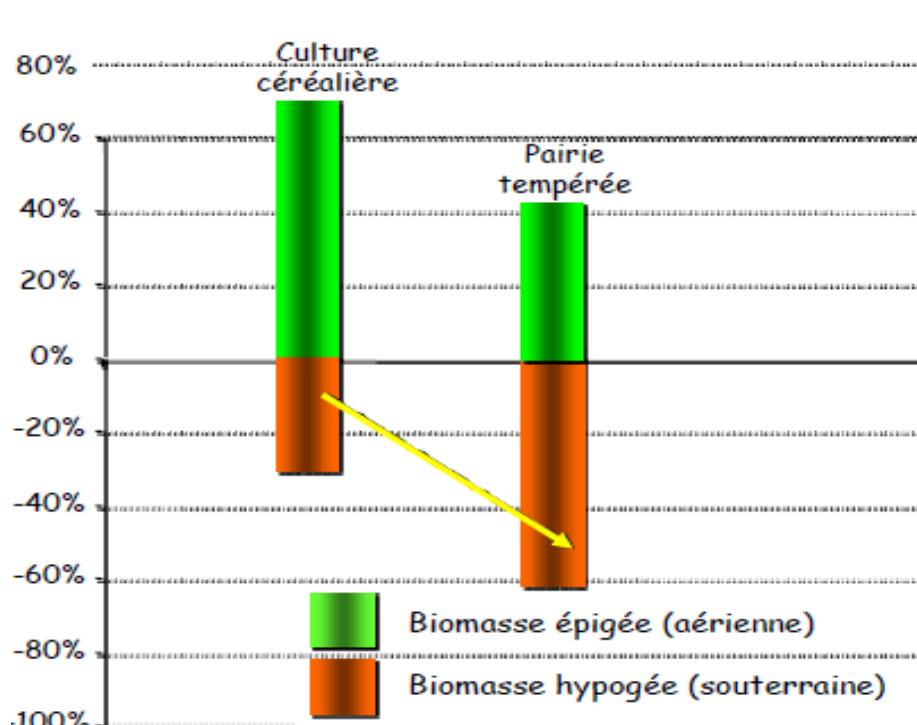


05 Novembre 2024

Il faut nourrir le sol avec une « Ration » équilibrée :

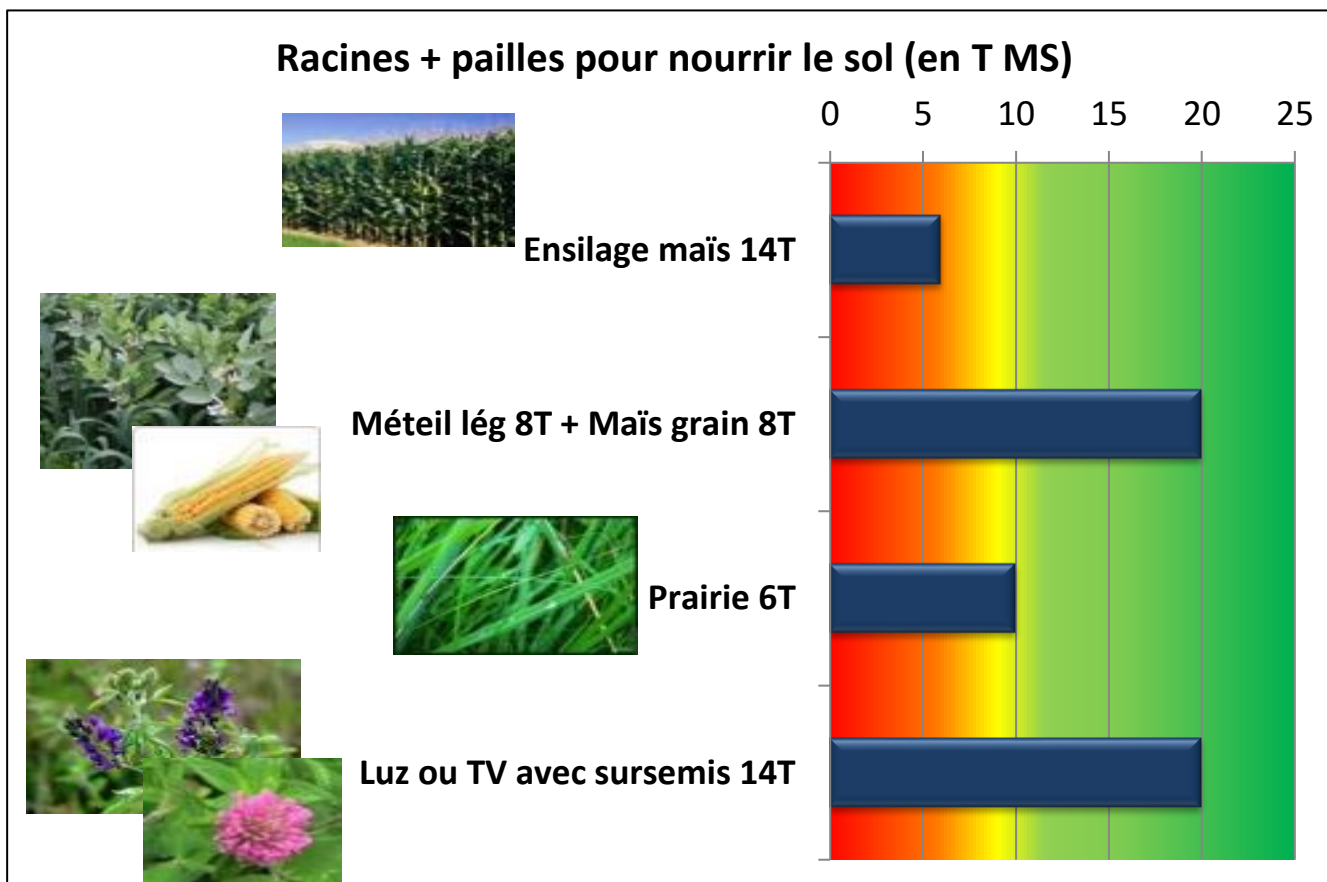
Carbone à l'automne (paille)

Azote et sucre solubles au printemps (légumineuses...)

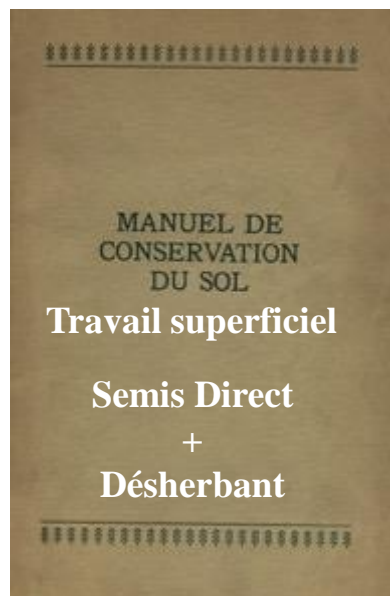


SCI la Tremblaye, Schreiber K., 2010 d'après les données de Bolin et Sukumar : 2000

## Racines + pailles pour nourrir le sol (en T MS)







## Agro-écologie



Lucien Ségué  
CIRAD - Brésil



Résultat du passage du rouleau de tassement sur avoine au stade inflorescence. Passo Fundo, Brésil (1990).

**Perspectives**  
Agriculture de la Matière Organique  
ou  
**Agriculture du Carbone**

**Maîtrise des produits phytos**

## Qu'est-ce que l'agroécologie ?

- **Agro** : Du grec ancien "ἀγρός", agros (champs)
- **Eco** : Du grec "oikos" (maison)
- **Logie** : Du grec "logos" (science)

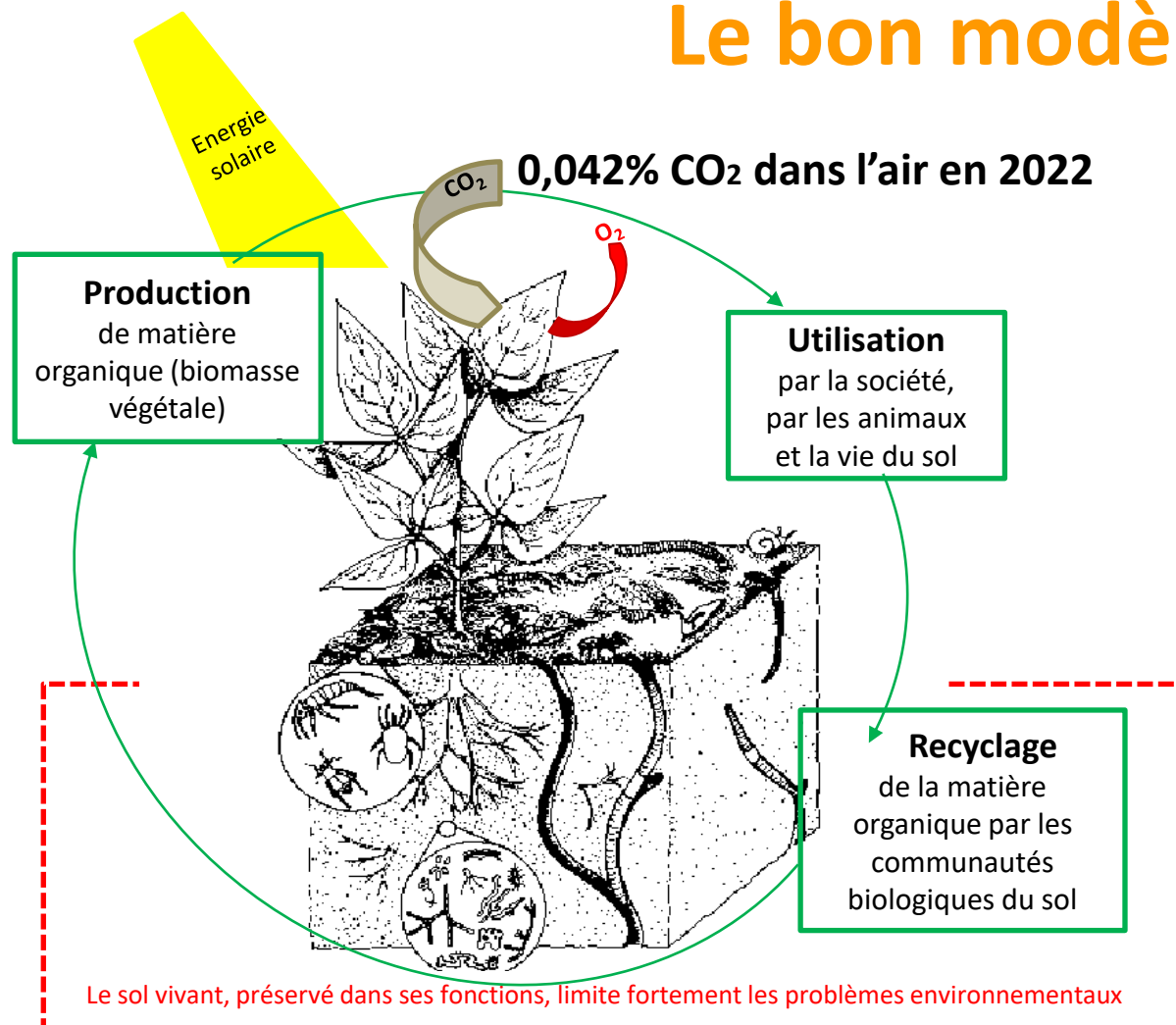


## L'agro-éco-logie :

C'est une agriculture qui étudie et utilise le sol agricole comme une maison hébergeant une grande quantité d'êtres vivants capables de faire pousser les plantes toutes seules



## Le bon modèle pour l'agriculture



**0,03% CO<sub>2</sub> dans l'air génère toute la vie sur terre**

**Parce que je recycle tout, je ne manque de rien !**

***Produire / Consommer / Recycler***  
***Les 3 fonctions fondamentales de l'écosystème, base de toute durabilité***

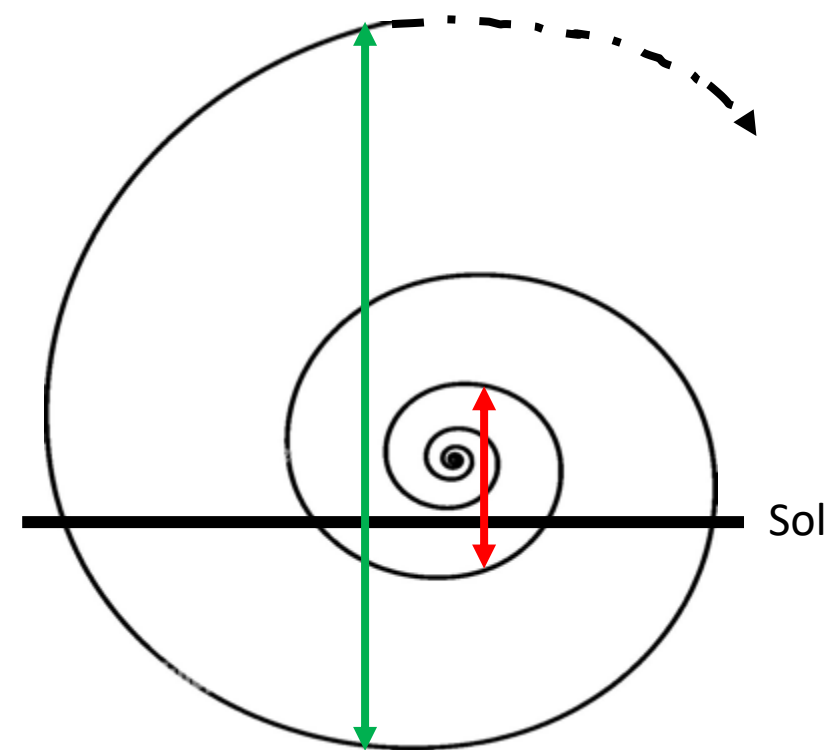
## Le bon modèle pour l'agriculture

### Où est le carbone ? Trop de CO<sub>2</sub> dans l'air ?

Toute la biologie gère le carbone à la différence du minéral et du métal

- La biodiversité => toute
- Les animaux => l'élevage
- Les plantes => cultures et arbres (et tout le reste)
- Les sols => la matière organique

Globalement, tout être vivant supplémentaire sur la planète contribue à stocker momentanément du CO<sub>2</sub> ainsi soustrait durablement de l'air : produire la biodiversité !



- Carbone stocké dans l'écosystème => Etat initial 2020
- Carbone à stocker avec l'Agroécologie => Potentiel 2050



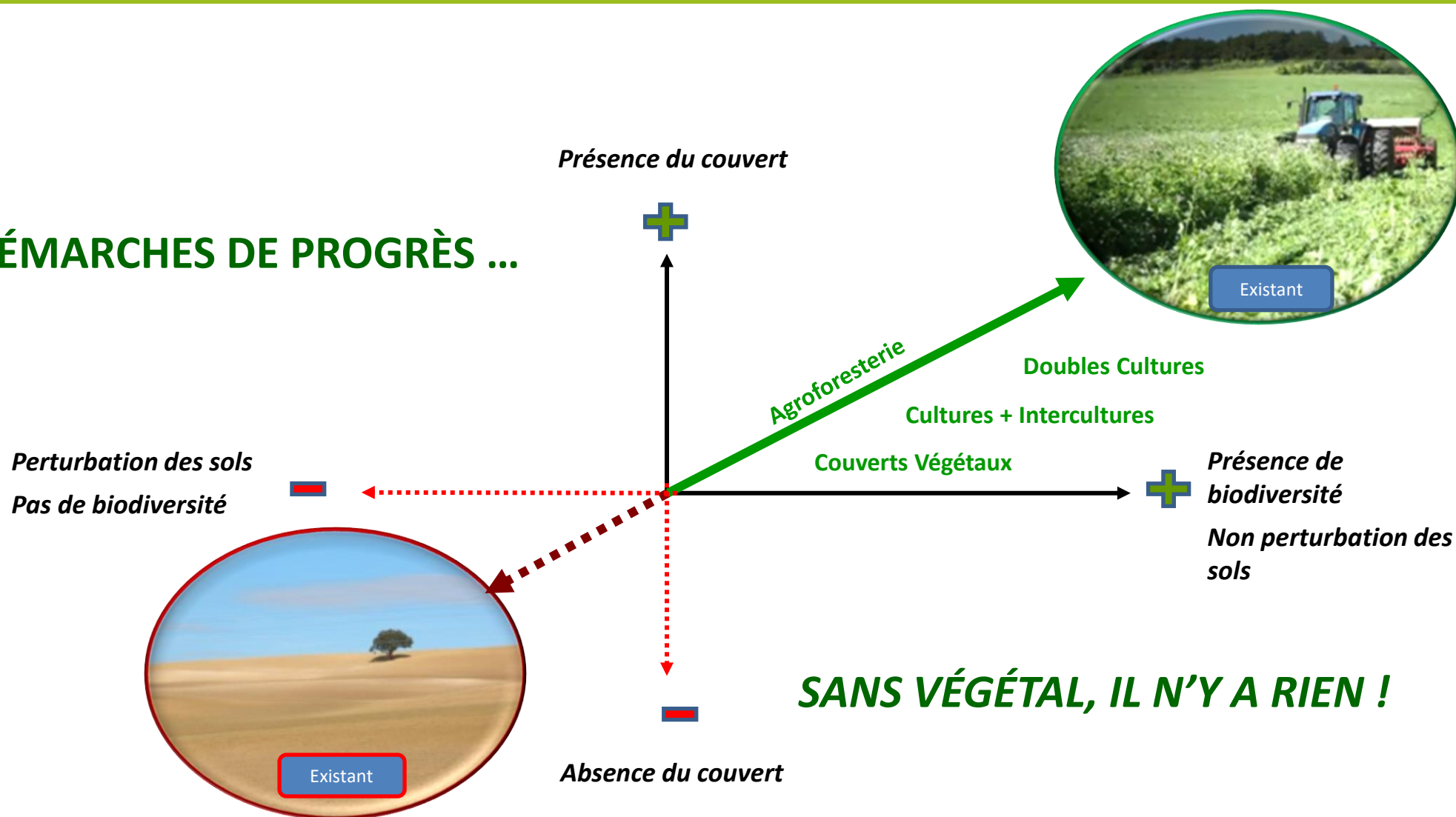
# Cycle de l'Eau et Gestion des Sols

*De la plante « intrus » À La plante « intrant »*



05 Novembre 2024

## LES DÉMARCHES DE PROGRÈS ...



**Ça pousse de mieux en mieux !  
Pas de pollution**

J'utilise la gratuité : CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>,  
Soleil, Pluie, Biodiversité,  
Fertilité





*Les Revenus : la biodiversité est un facteur de production important*

## C'est cher = Je paye

- L'azote pour les cultures
- L'azote pour les rations
- L'azote dans l'eau
- Le carburant
- Le gaspillage d'énergie
- Les machines
- Les pièces d'usures
- Le temps passé

## C'est gratuit = J'en profite

- Les légumineuses
- La MAT des fourrages
- Recyclage des nitrates
- Les bioénergies (le soleil)
- Des sols couverts
- Pas de travail du sol
- L'activité biologique (du sol)
- La biodiversité travaille pour moi (le sol et le reste)







# Cycle de l'Eau et Gestion des Sols

*Conclusion : il existe déjà un modèle intéressant*

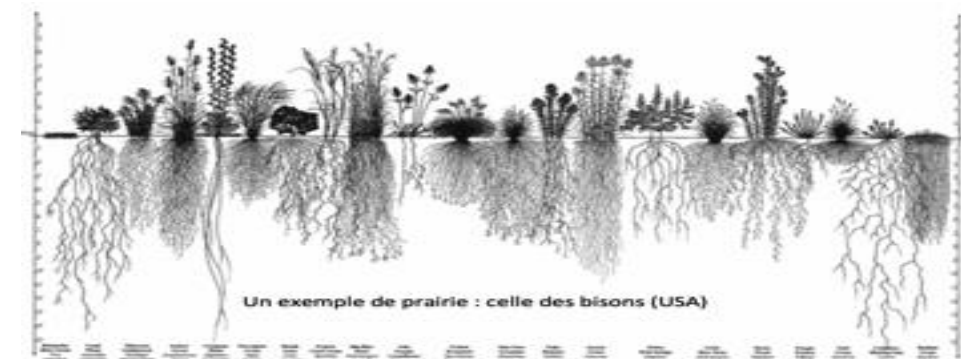


05 Novembre 2024

## Composition : Graminées + Légumineuses + autre

### Multi-espèces et mélanges

- Sol toujours couvert : 100 % du temps
- Sol jamais travaillé
- Racines toujours actives
- Jamais de lumière sur le sol
- Ration du sol riche en carbone = 60% du Rdt total
- Autonome en azote = 60% de légumineuses
- Renouvellement rapide des feuilles à la floraison
- => C'est un « moteur azote »
- Forte biodiversité = 3 t de vers de terre
- Recyclage permanent à 100 %
- Forte porosité = 50 % et + => « moteur minéralisation »







Questions ???

