

Reconstruction Bio-Logique des sols

“Quels outils pour remonter le taux de matière organique des sols?”

Conditions climatiques

Le vivant

Sols vivants vs. sols travaillés

Activité biologique et cycle de la fertilité

Le ver de terre

Quel taux de matière organique?

sous serre

Le compost

Amélioration des pratiques



Reconstruction Bio-Logique des sols

“Quels outils pour remonter le taux de matière organique des sols?”



Conditions climatiques

Le vivant

Sols vivants vs. sols travaillés

Activité biologique et cycle de la fertilité

Le ver de terre

Quel taux de matière organique?



Conditions climatiques : de l'eau et du soleil

Pour pousser, les végétaux ont besoin d'un équilibre entre **eau** et **soleil**.



*Trop d'eau
entraîne l'asphyxie*

*Pas assez de soleil
donne un désert froid*



Avec de l'eau et du soleil :
ça pousse tout seul !

Pourquoi travaille-t-on les sols ?
Pourquoi met-on des engrais, des
pesticides? Le travail du sol? Les
rotations? Le compost? La pollution?



*Trop de soleil et pas
assez d'eau, et on
obtient un désert*

*Avec assez d'eau et
de soleil,
ça pousse tout seul !*



L'être humain sait fabriquer ça !



L'être humain ne sait pas fabriquer ça !



L'être humain ne sait pas fabriquer ça !

Clouer
Visser
Fondre
Peindre
Scier
Fraiser
Tourner

Usine
Couper
Percer
Boulonner
Tisser
Tordre
Brûler

VS

Semer
Greffer
Planter
Repiquer
Bouturer
Anastomoser

Manger
Arroser
Abreuver
Nourrir
Fertiliser



L'être humain ne sait pas fabriquer ça !

Clouer
Visser
Fondre
Peindre
Scier
Fraisier
Tourner

Usine
Couper
Percer
Boulonner
Tisser
Tordre
Brûler

VS

Semer
Greffer
Planter
Repiquer
Bouturer
Anastomoser

Manger
Arroser
Abreuver
Nourrir
Fertiliser

déchaumer
labourer
fraisier
biner
retourner
sarcler
herser
sous-soler



Sols vivants vs sols travaillés : la résistance à l'eau

Sol mort pauvre en MO



Photo à t=0



Photo à 30 min

Constat : les sols agricoles fondent dans l'eau !

Les sols travaillés en agriculture conventionnelle ou biologique ne sont pas résistants à l'eau.

Même s'ils sont de plus en plus couverts par des intercultures devenues réglementaires.

Les sols restent trop pauvre en matières organiques et en activité biologique pour faire face aux enjeux de production, d'érosion et de pollution.

L'ajout de compost n'est pas suffisant car il ne stimule pas l'activité biologique du sol !

Sol mort +10% de compost (en masse)



Photo à 30 min

6 mois de compostage avant immersion



Sols vivants vs sols travaillés : “Pour polluer je fais du café”



Sols vivants vs sols travaillés : la résistance à l'eau

Sol de prairie



Photo à 15 min

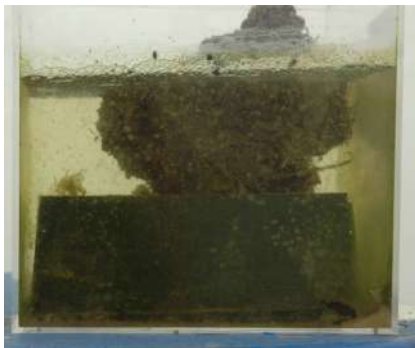


Photo à 7 jours

Constat : les sols naturels ne s'érodent pas

Parmi les nombreuses propriétés des sols vivants, on compte la résistance à l'eau.

Lorsqu'on observe les ruissellements en sortie de forêt ou prairie après une forte pluie, ceux-ci sont dépourvus de particules en suspension.

Un sol vivant naturel, ou semi-naturel comme la prairie, résiste à l'eau et retient les particules de terre, empêchant ainsi les pollutions...

Sol de forêt



Photo à 15 min



Photo à 7 jours



Sols vivants vs sols travaillés : “Pour polluer je fais du café”

Vivant = structure de carbone + eau + éléments solubles
La structure du vivant est résistante à l'eau



structuré, organisé, résiste à l'eau
autofertile - ça pousse tout seul

déstructuré, érodé, lessivé
ça ne pousse plus tout seul



Sols vivants vs sols travaillés : la résistance à l'eau

**Sol mort + 10% de BRF (en masse)
+ mixtion + compostage à froid**

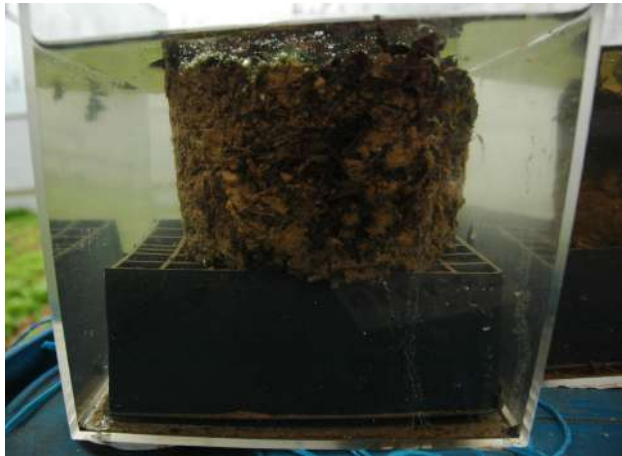


Photo à 48 h

6 mois de compostage avant immersion

**Des sols agricoles reconstruits :
copier les principes naturels
prairiaux et forestiers.**

**La mixtion au sol de matières
organiques (M.O.) fraîches à fort
ratio carbone/azote permet
d'obtenir des sols à la fois fertiles et
résistants à l'eau !**

Pourquoi cela ? Parce que la M.O.
nourrit l'activité biologique,
notamment fongique, et recrée le
"squelette" carboné microscopique du
sol.

**Sol agricole reconstruit non
travaillé après 2 ans**



Photo à 120 jours



Sols vivants vs sols travaillés : la résistance à l'eau

**Sol mort + 10% de BRF (en masse)
+ mixtion + compostage à froid**

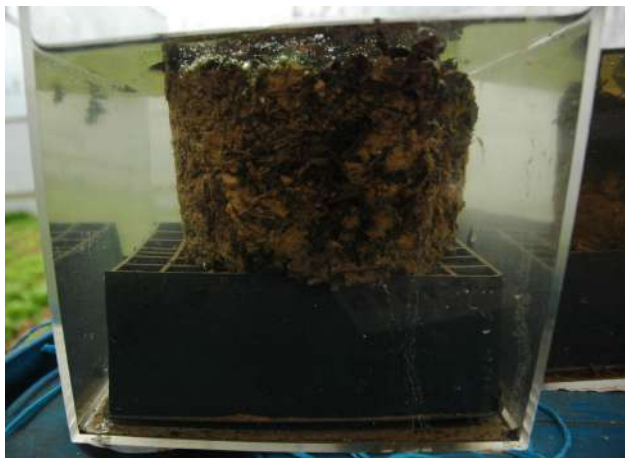


Photo à 48 h

6 mois de compostage avant immersion

**Des sols agricoles reconstruits :
copier les principes naturels
prairiaux et forestiers.**

**La mixtion au sol de matières
organiques (M.O.) fraîches à fort
ratio carbone/azote permet
d'obtenir des sols à la fois fertiles et
résistants à l'eau !**

Pourquoi cela ? Parce que la M.O.
nourrit l'activité biologique,
notamment fongique, et recrée le
"squelette" carboné microscopique du
sol.

**Sol mort
+10% de compost
(en masse)**



Photo à 30 min

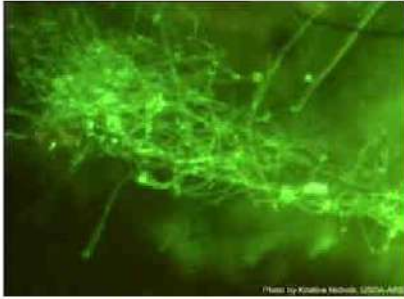
6 mois de compostage avant immersion



Le vivant est organisé à toute les échelles



Activité biologique et cycle de la fertilité :



Glomaline



Acarien

*Mycéliums dans
une mixtion de
terre et paille
compostée*



L'activité biologique construit la structure du sol :

Lors de la dégradation de la M.O. fraîche, les matières carbonées sont consommées et re-synthétisées. Par exemple : la glomaline, les mucus bactériens, les mucus fongiques, les soies, les filaments mycéliens...

Elles sont diffusées dans le sol et agissent comme de la colle qui agrège et stabilise les particules du sol.



Racines de trèfle

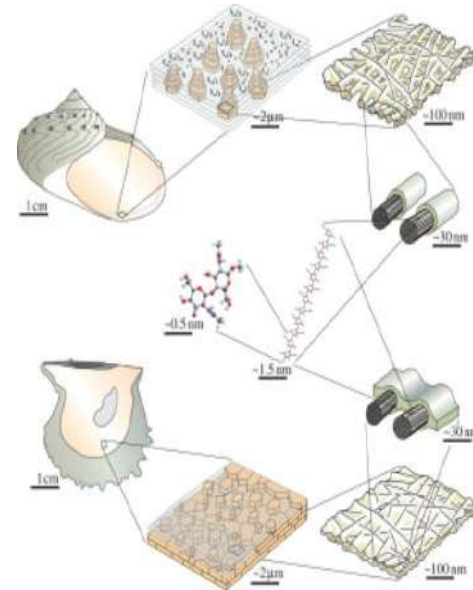
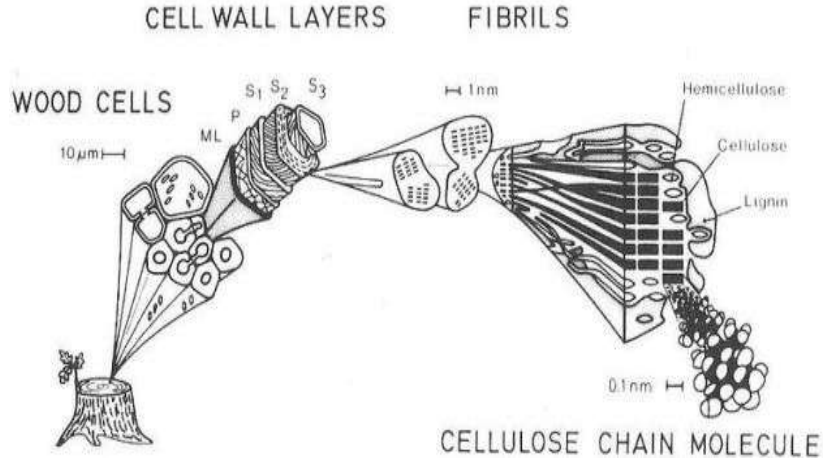


Turricules de vers de terre

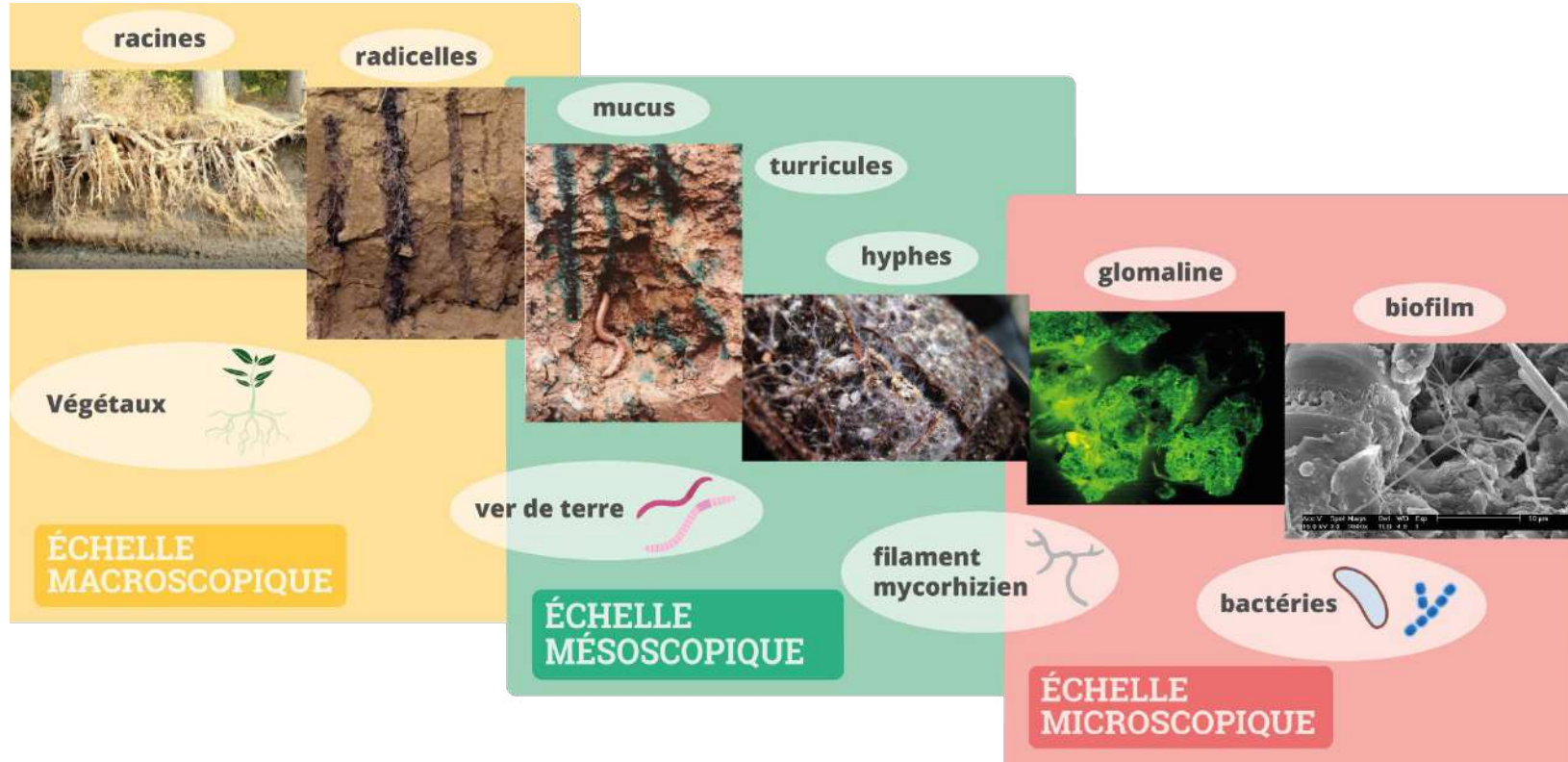
Ver de terre



Le vivant est organisé à toute les échelles



Le sol vivant est organisé à toutes les échelles



Le vivant est organisé à toute les échelles

Vouloir « aérer » ou « structurer » le sol avec ça :



Le vivant est organisé à toute les échelles

C'est aussi efficace que de produire des pommes avec ça :



+



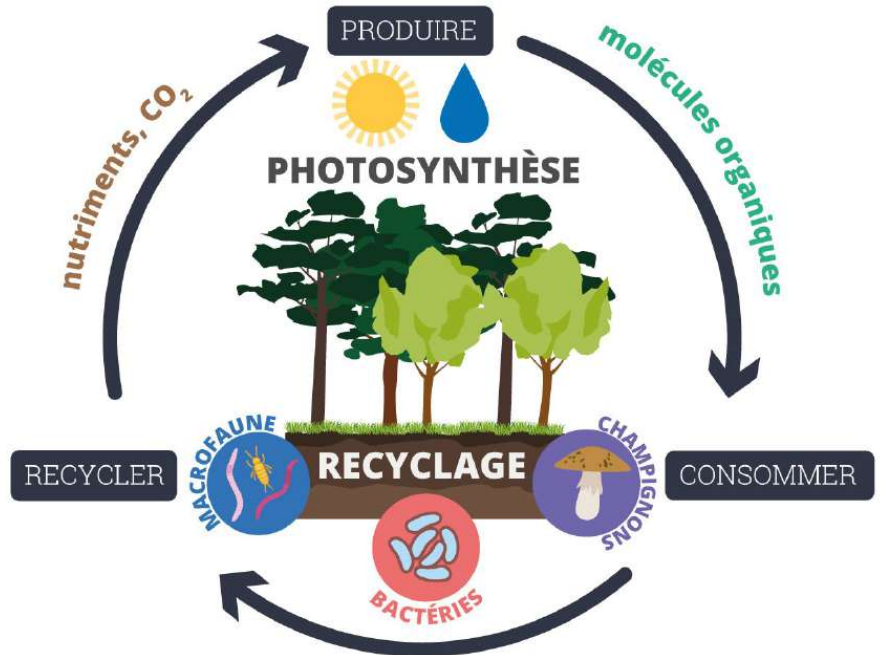
Activité biologique et cycle de la fertilité :

Le cycle naturel de la fertilité

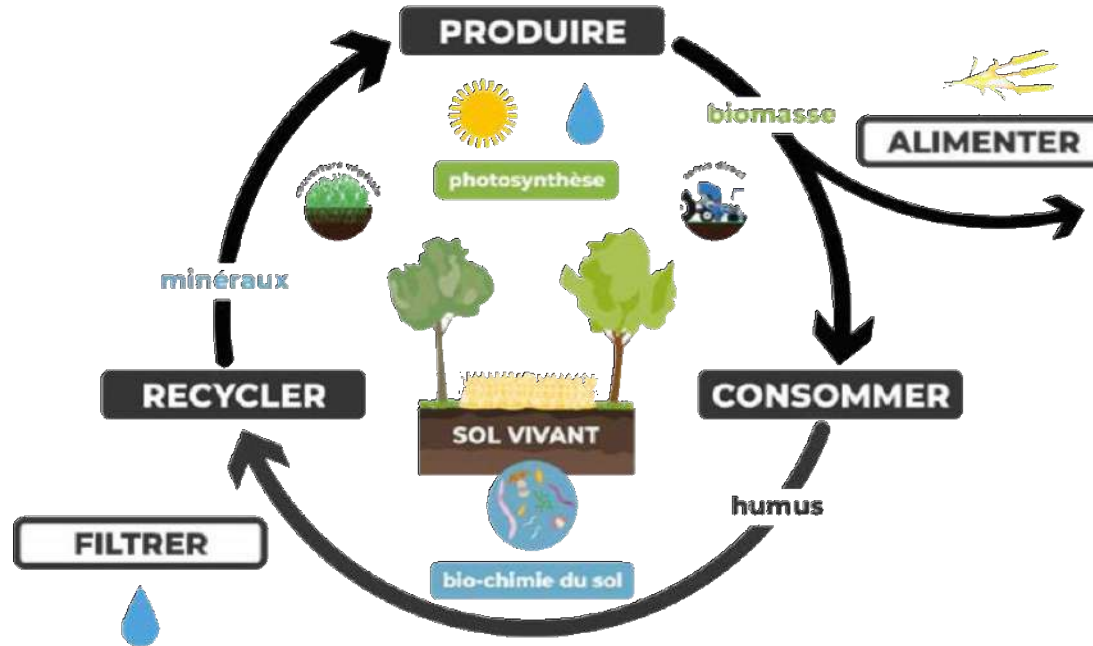
Les plantes captent l'énergie solaire pour **produire** de la matière organique (M.O.). Pour une majeure partie cette M.O. est **consommée** par la macrofaune et les microorganismes du sol, puis **recyclée** par les plantes pour produire de nouveau et boucler le cycle. Comme le disait Lavoisier, "Rien ne se perd, rien se crée, tout se transforme". L'**énergie solaire, inépuisable à notre échelle**, alimente un cycle perpétuelle où la **plante** est l'**unité de production** et le **sol**, l'**unité de recyclage**.

Dans les agroécosystèmes actuels où le sol est travaillé, l'**unité de recyclage n'est plus fonctionnel** et la **production primaire souvent insuffisante**.

Le sol nourrit la plante - la plante nourrit le sol!



Ration du sol et ration des hommes



Litière

[Gobat 2010 sources diverses]
Prairie : 7,5T/ha Forêt : 11T/ha

Rhizodépôts [Gobat 2010]
20%-80% de la photosynthèse
>production annuelle racinaire

Racines [Gobat 2010]
Prairie : 5T/ha
Forêt : 10T/ha



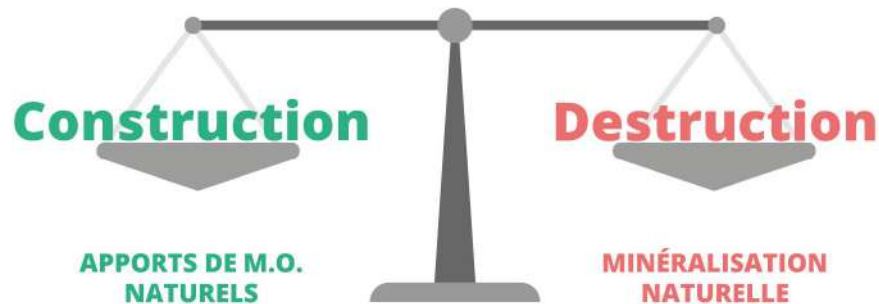
Balance construction-destruction du sol:

Balance thermodynamique naturelle du sol :

Dans un sol naturel, il y a un équilibre entre les facteurs de construction et de dégradation. La construction biologique est alimentée par des **apports de M.O. naturels** : les **racines** qui se décomposent en mourant, les **exsudats racinaires**, ainsi que la **M.O. de la litière**. La destruction se fait principalement par la **minéralisation naturelle**. L'activité biologique du sol et les plantes minéralisent par **oxydation** les M.O. pour s'en nourrir.

Dans les agrosystèmes actuels où le travail du sol accélère la minéralisation et les itinéraires sont peu productifs en biomasse l'équilibre est rompu en faveur des facteurs de **destructions**.

Il s'ensuit un nouvel équilibre à un niveau d'autofertilité très faible.



20-40T/ha.an



Dégradation du sol : équation du désert

L'équation est simple : plus on travaille le sol, plus on détruit sa structure et l'activité biologique capable de le rendre fertile. Si on ajoute à cela de faibles apports de matières organiques extérieures ou une faible production de biomasse in situ, le sol se dégrade.

Plus le sol s'appauvrit, moins il est capable de produire de biomasse et moins l'activité biologique est nourrie, et donc moins le sol est fertile. À terme on aboutit à la formation d'un désert, c'est à dire un sol qui n'est pas capable de faire pousser tout seul une plante.

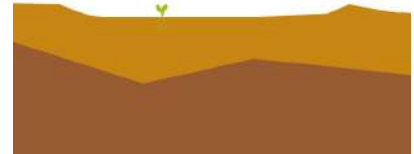
**TRAVAIL
DU SOL**

+

**FAIBLE PRODUCTION
DE BIOMASSE**

=

DÉSERT

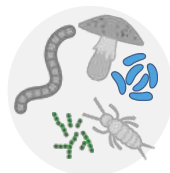


Dégradation du sol : les facteurs

Un sol dégradé et appauvri ne remplit plus ses fonctions écosystémiques. Les services manquants doivent alors être compensés par l'intervention répétée de l'agriculteur et des collectivités publiques.



**érosion et
compaction du sol**



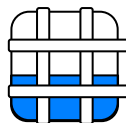
**baisse de
l'activité biologique**



dérégulation du climat



**pertes de
matières organiques**



faible réserve utile en eau



**érosion
de la biodiversité**



**détérioration de
la qualité de l'eau**

Conséquences :

- **Dépendance aux intrants et à la chimie**
- **Stagnation des rendements**



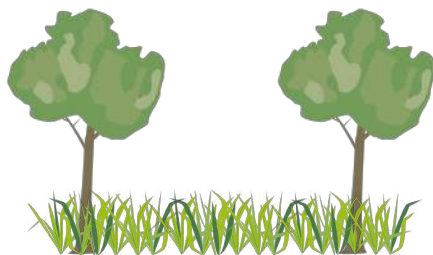
Construire un sol fertile : équation de la fertilité

Pour construire un système de production durable, il suffit de prendre le raisonnement dans l'autre sens et confier la mission de la fertilité au végétal.

La règle d'or à respecter peut se résumer ainsi : **respecter le gîte et le couvert**.

Le sol ne doit **jamais** être **travaillé**, pour protéger le gîte, et doit **toujours** être **couvert** par des végétaux, vivants ou morts, pour assurer la nutrition de la vie du sol. La production de biomasse végétale, entrée d'énergie pour l'activité biologique du sol, doit être maximisée en utilisant tout le potentiel d'énergie lumineuse arrivant au champ.

**MAXIMISATION
DE LA BIOMASSE**



+

**ARRÊT DU
TRAVAIL DU SOL**



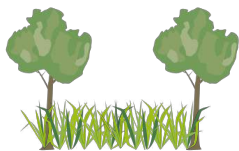
=

FERTILITÉ

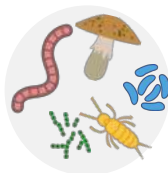


Construire un sol fertile : les services

Les sols vivants remplissent tous les services écosystémiques attendus par le producteur et la collectivité.



**couverture végétale
permanente /
protection des sols**



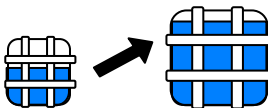
**hausse de
l'activité biologique**



régulation du climat



**stockage de
matières organiques**



forte réserve utile en eau



**augmentation
de la biodiversité**



**préservation de
la qualité de l'eau**

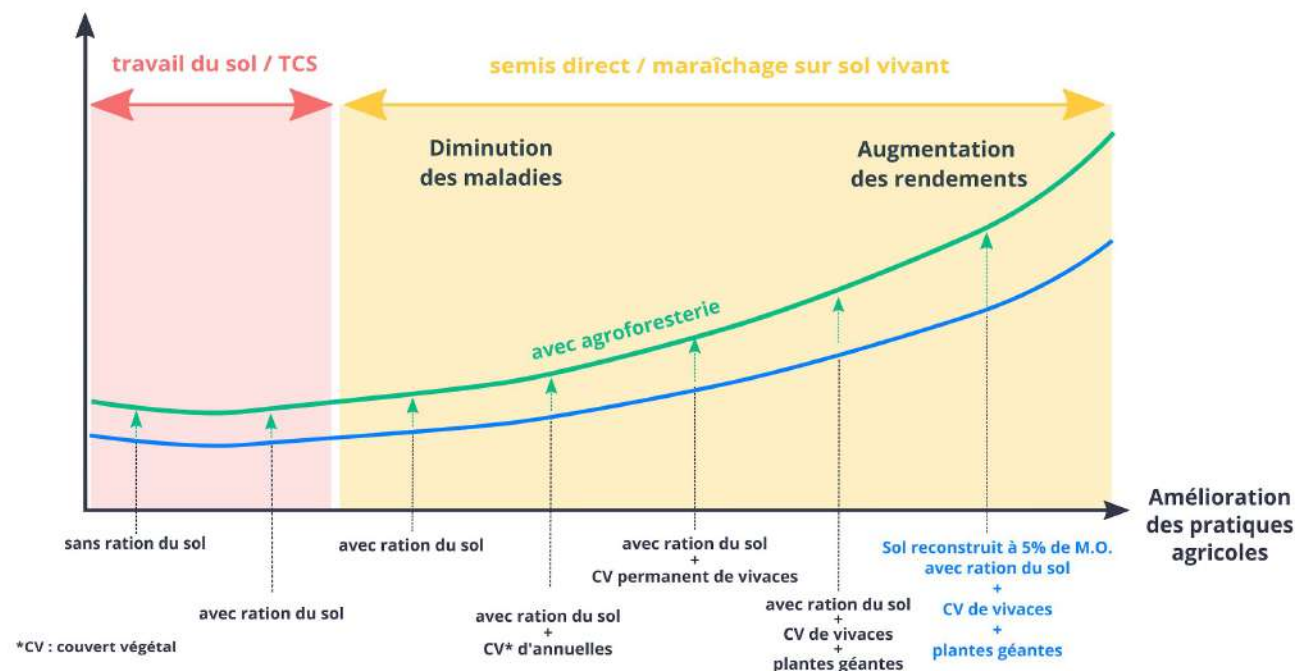
Conséquences :

- **Baisse des intrants et de la chimie**
- **Maximisation des rendements**



Amélioration des pratiques en cultures légumières :

Intensification
de l'activité biologique



L'amélioration des pratiques par une mobilisation progressive des différents leviers agronomiques permet de reconstituer la **fertilité** des sols.

L'apport de M.O. pour assurer la nutrition du sol est un élément clef aujourd'hui bien validé.

Il permet notamment de **remplacer** à moyen terme les **intrants chimiques**.

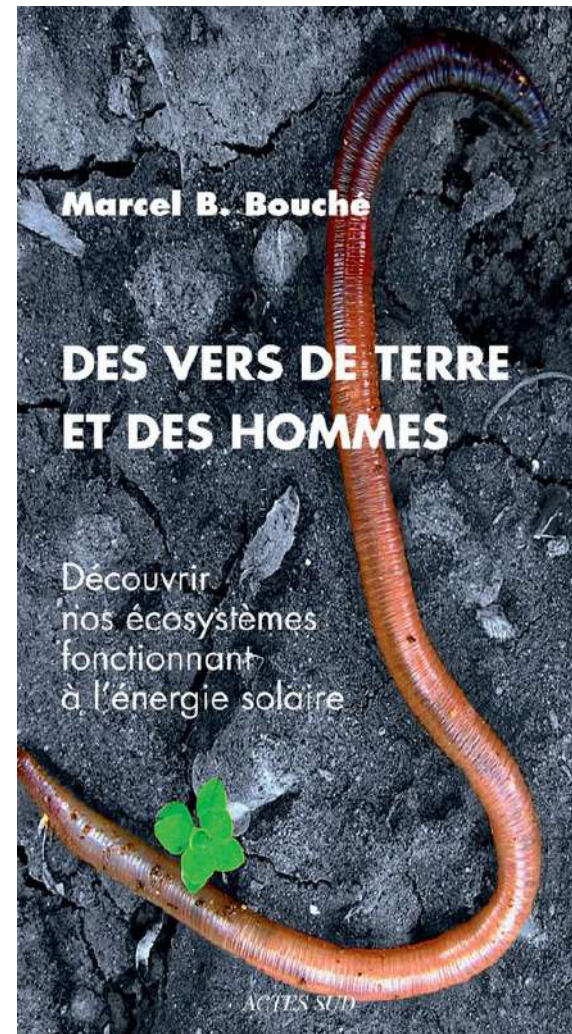
L'utilisation de couvert permanent vivace est encore très expérimentale.



Le ver de terre :

70% de la biomasse animale

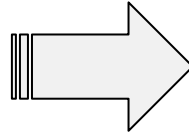
*Comment les vers de terre nourrissent
les plantes*



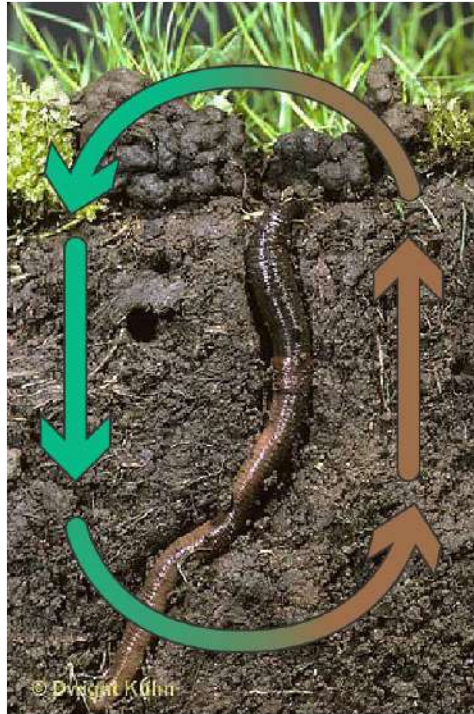
Le couvert

Que mange un ver de terre ?

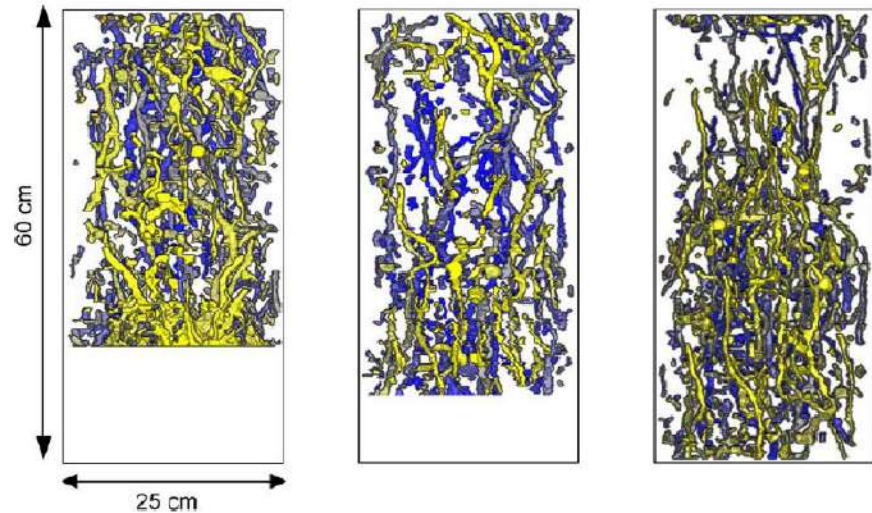
Grossièrement, son menu se divise en deux parties :



Le gîte



Dans une prairie fertile,
400 m de galeries par m² ...

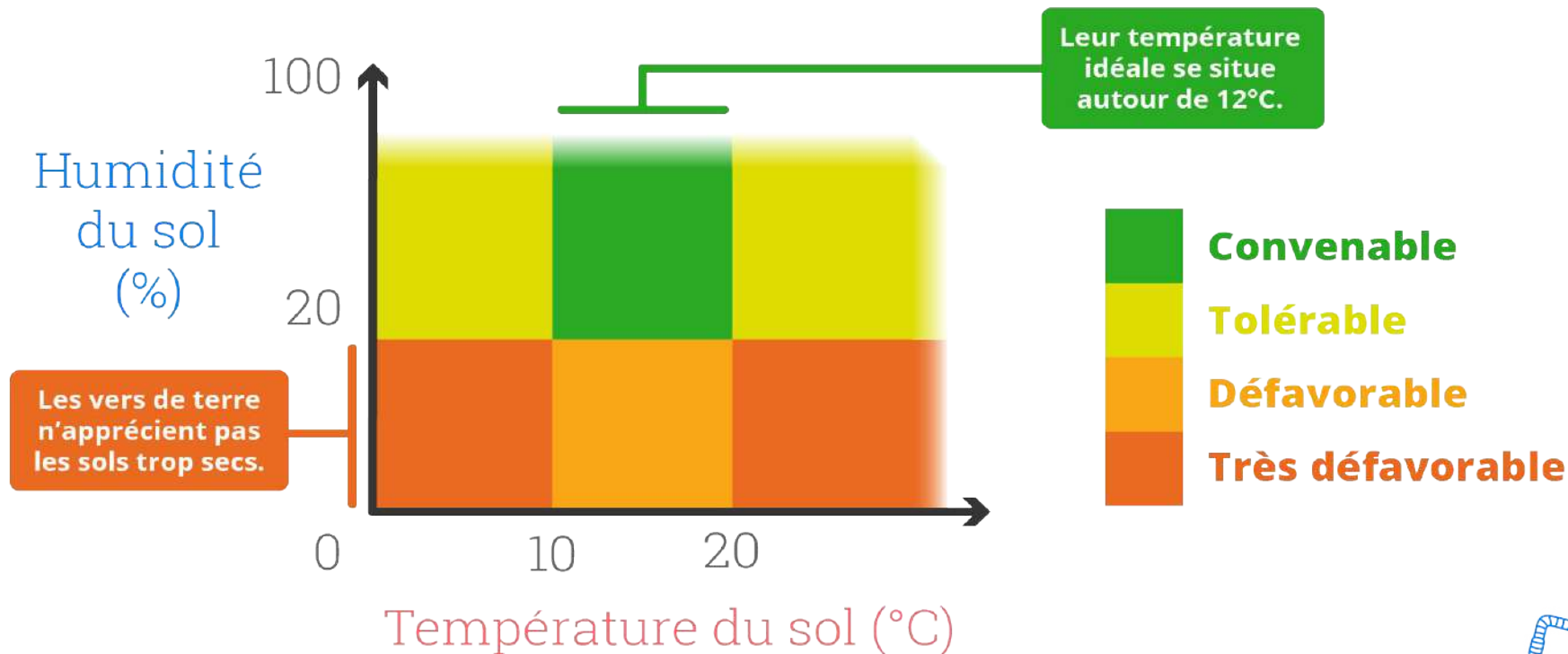


Observations aux rayons X
sur des profils d'une prairie de 12 ans.



Des galeries enduites et lubrifiées

Température et humidité du sol ont un impact fort sur les vers de terre



Des autoroutes à racines



En envoyant ses racines dans les galeries du ver de terre, la plante profite de :

- **la porosité** créée par la galerie du ver de terre
- l'accès direct à **l'eau** qui percole dans les galeries
- les **éléments nutritifs**, et notamment de l'azote.



Focus sur le mucus

Une substance riche,
mixture de glucides,
protéines et acides aminés
solubles dans l'eau.

Qui dit protéines dit ...

azote !



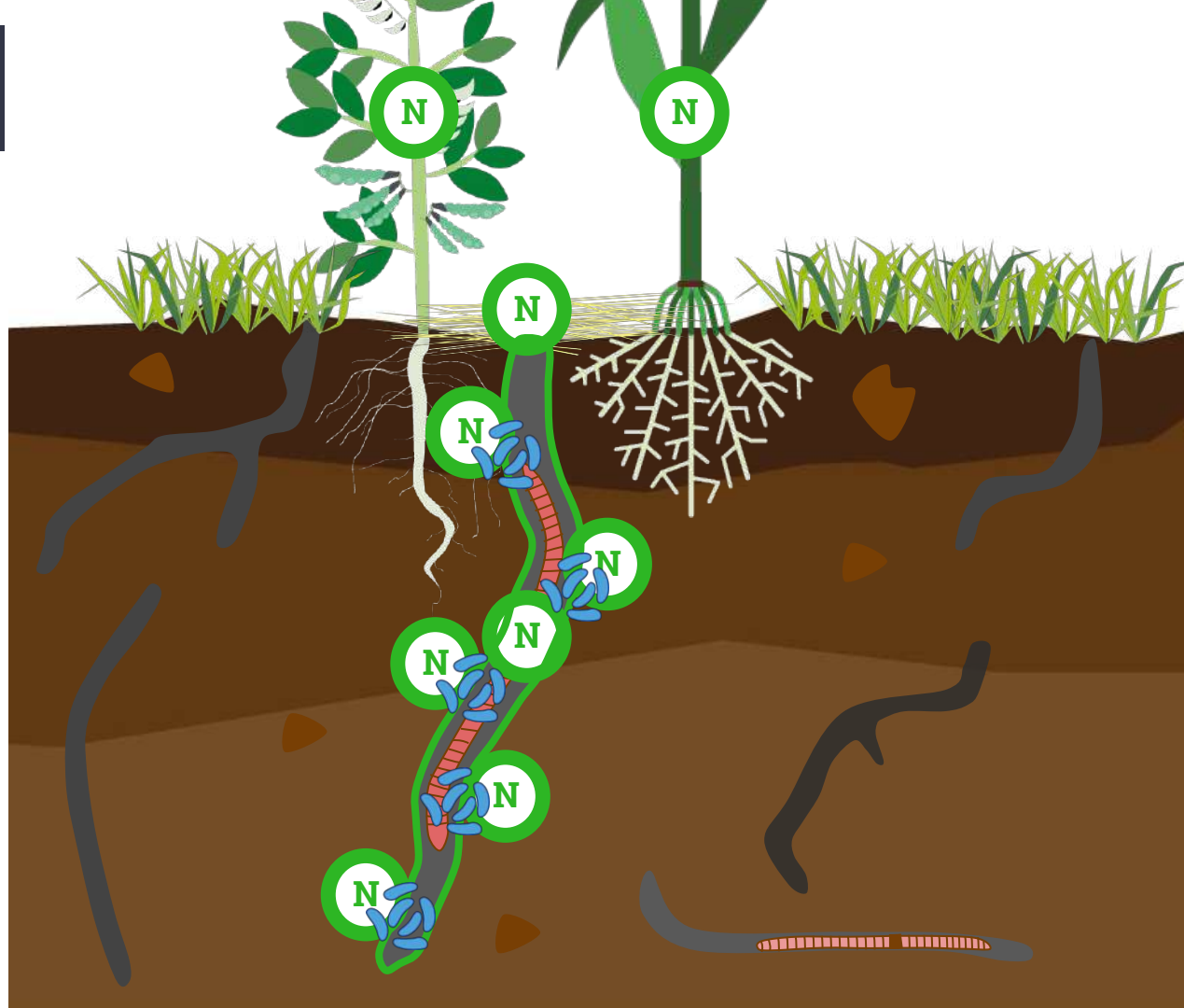
Le circuit de l'azote

1. Le ver de terre se nourrit en partie de ses propres excréments et de MO, il assimile à cette occasion de l'azote et le fait transiter dans son métabolisme.

47 % des fixateurs d'azote du sol sont dans les galeries.

2. Pour se déplacer dans sa galerie, le vdt excrète du **mucus** pour en tapisser les parois. Il excrète alors une partie de l'azote préalablement assimilé lorsqu'il s'est nourrit.

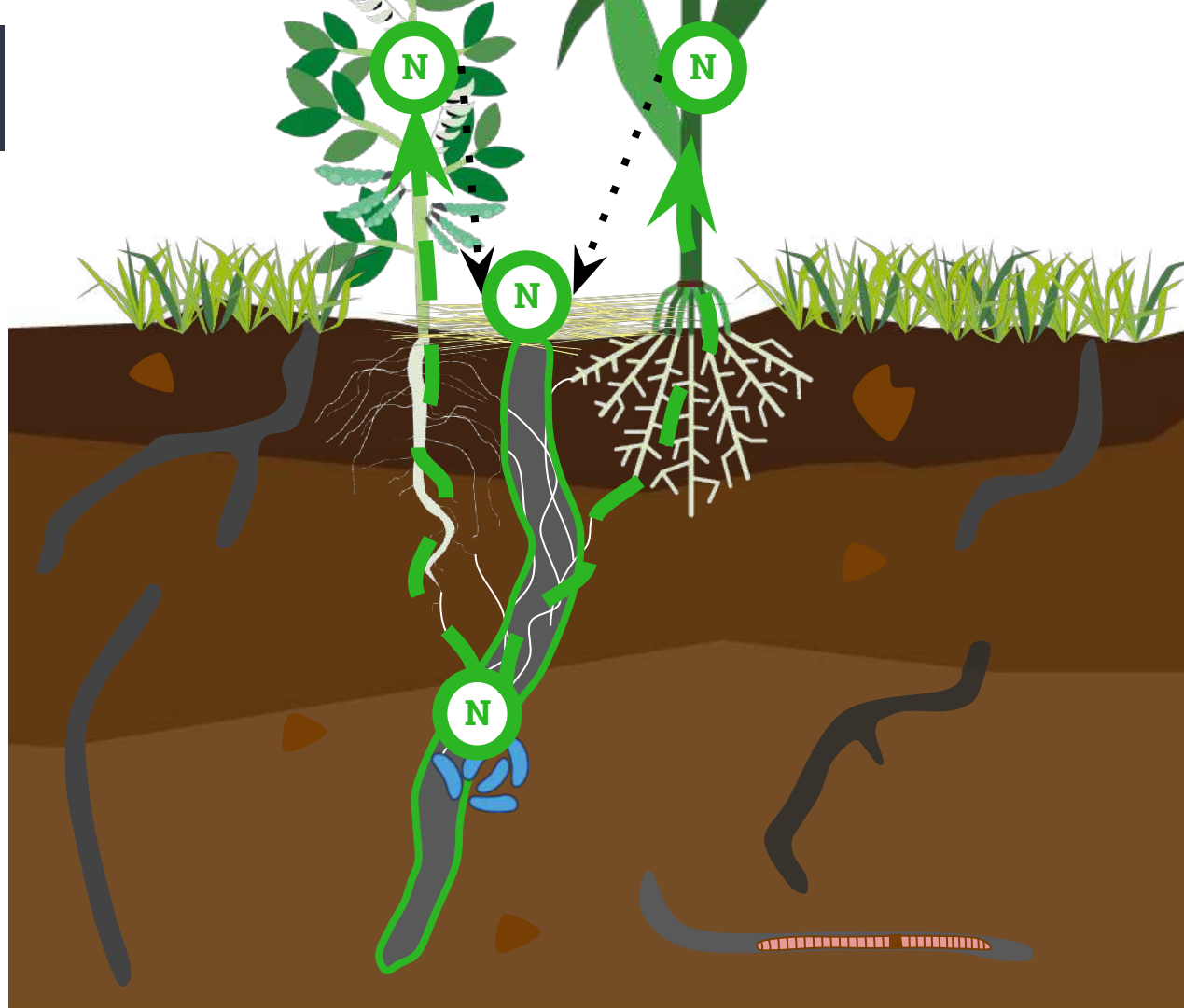
3. Le **mucus** excrété par le vdt constitue une source d'énergie profitable aux micro organismes qui vont alors le décomposer.



Le circuit de l'azote

4. Les galeries de ver de terre constituent un manchon dans lequel les plantes envoient leurs racines. Elles sont alors en contact direct avec le **mucus** de ver de terre dont les nutriments ont été rendus assimilables par le travail de décomposition réalisé par les microorganismes.

5. La plante fait circuler l'azote depuis son système racinaire jusqu'à son système aérien. En se décomposant, elle va ramener de la matière organique à la surface du sol, laquelle sera consommée par le ver de terre. Le cycle est ainsi bouclé !



La pompe à azote du sol

En **40 jours**, le ver de terre renouvelle intégralement son azote.

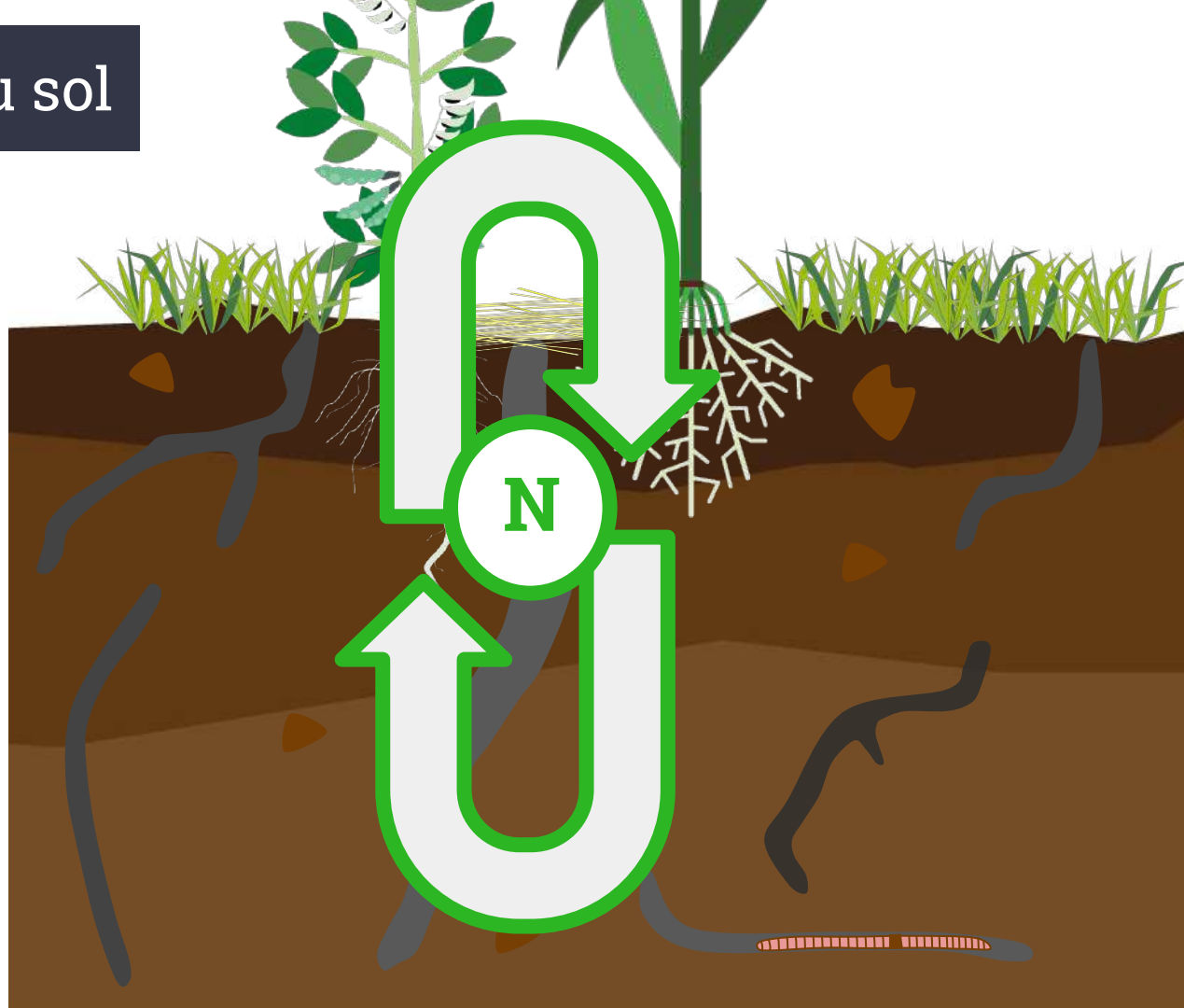
=

Distribution d'azote aux plantes **en flux tendu**

600 UN/ha/an

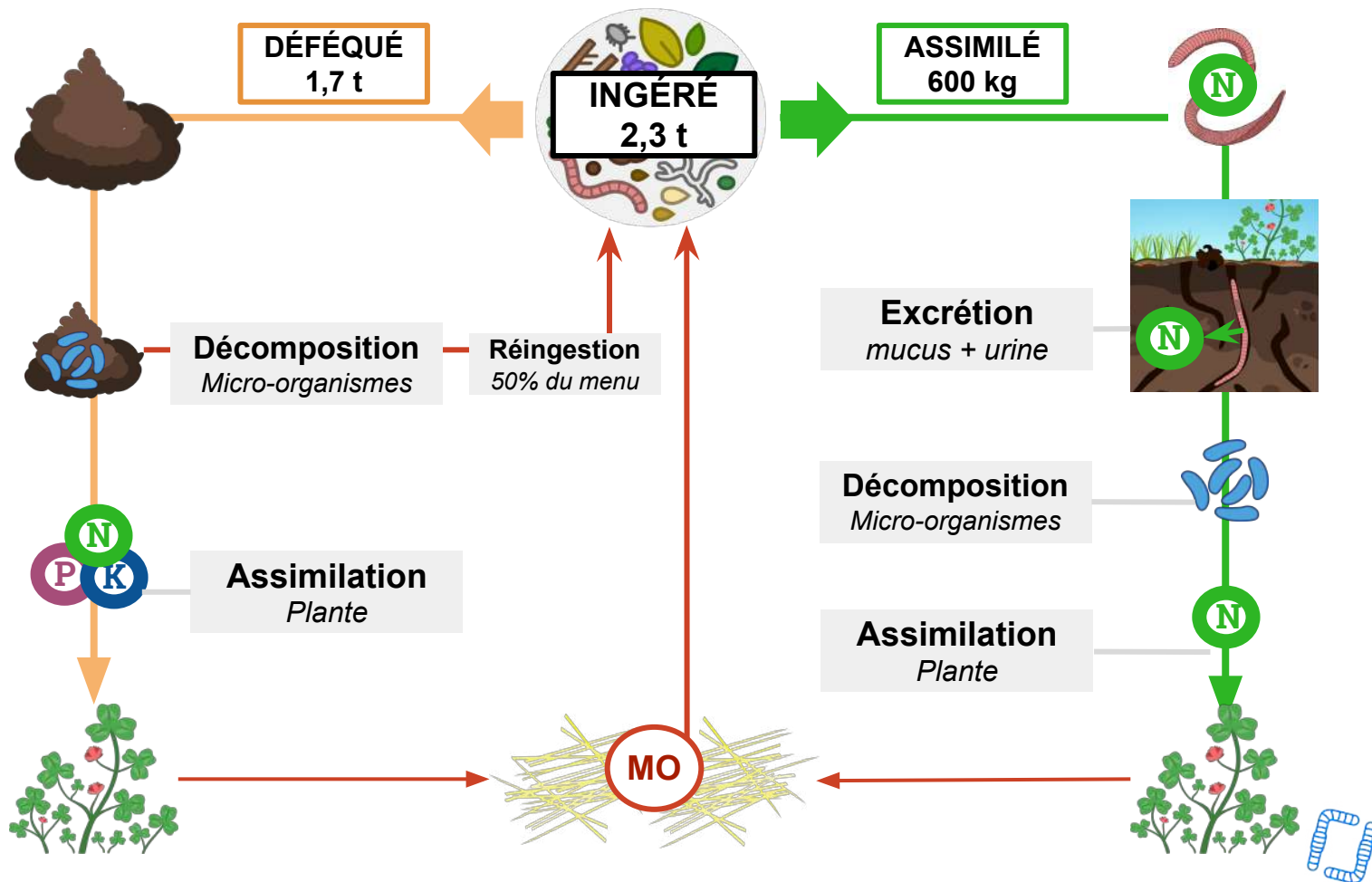
60-80% de l'azote des plantes d'une prairie

Presque 2 UN/jours

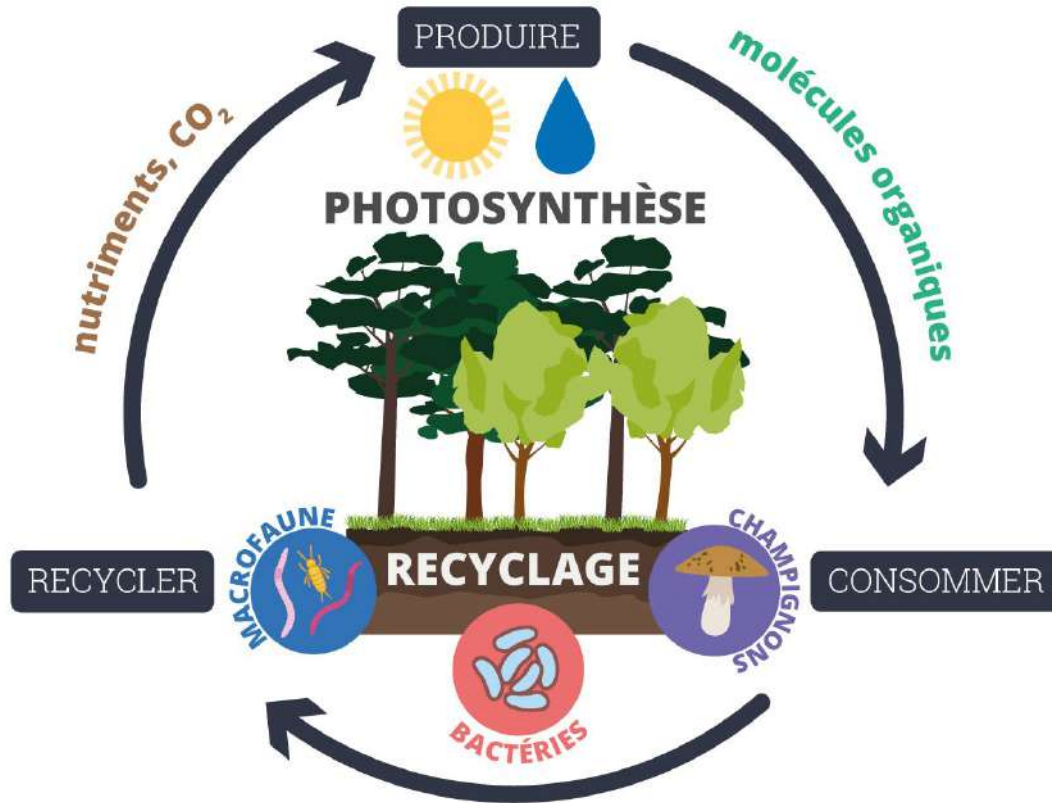


Mouvements
d'azote depuis
la nourriture
ingérée puis
digérée par les
lombriciens
vers le sol.

Sur **une année**,
Pour une
population
d'**1 tonne** de
ver de terre **par**
hectare



Conclusion : rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme



Le ver de terre permet de bénéficier d'un engrais qui est :

- **Gratuit** : à condition d'offrir le gîte et le couvert
- **Sans perte** : pas de lessivage de l'azote



Le ver de terre est incompatible avec le travail du sol!

**TRAVAIL
DU SOL**



**Le ver de terre n'aime
pas le travail du sol!**

-97% dans l'horizon de
travail du sol

Il faut **3 ans** pour
reconstituer une
population



Composter c'est polluer!

Compostage = perte de 50 % du carbone en plate-forme

Un tas de 100m³ chauffe pendant 6 mois une puissance de 10KW

=> perte de 40MWh (4000L de fioul) par 100m³ de compost

compost VS BRF frais

Prix du BRF frais= 4€ tout compris / m³

= 400€ / ha pour 100m³

= 10 cts / litre de fioul à ver de terre

















Merci !

