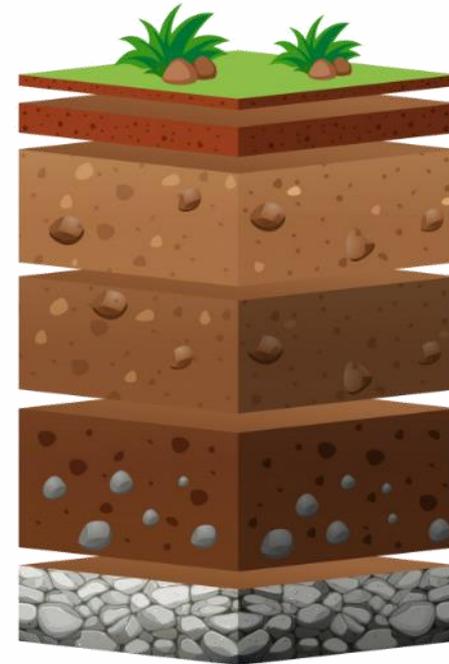


Atelier N°4

Introduction à la connaissance du sol



Projet Noé/Noah



Wallonie

Nos partenaires



Ville de
Differdange



Parc naturel
HAUTES FAGNES EIFEL
Naturpark
HOHES VENN EIFEL



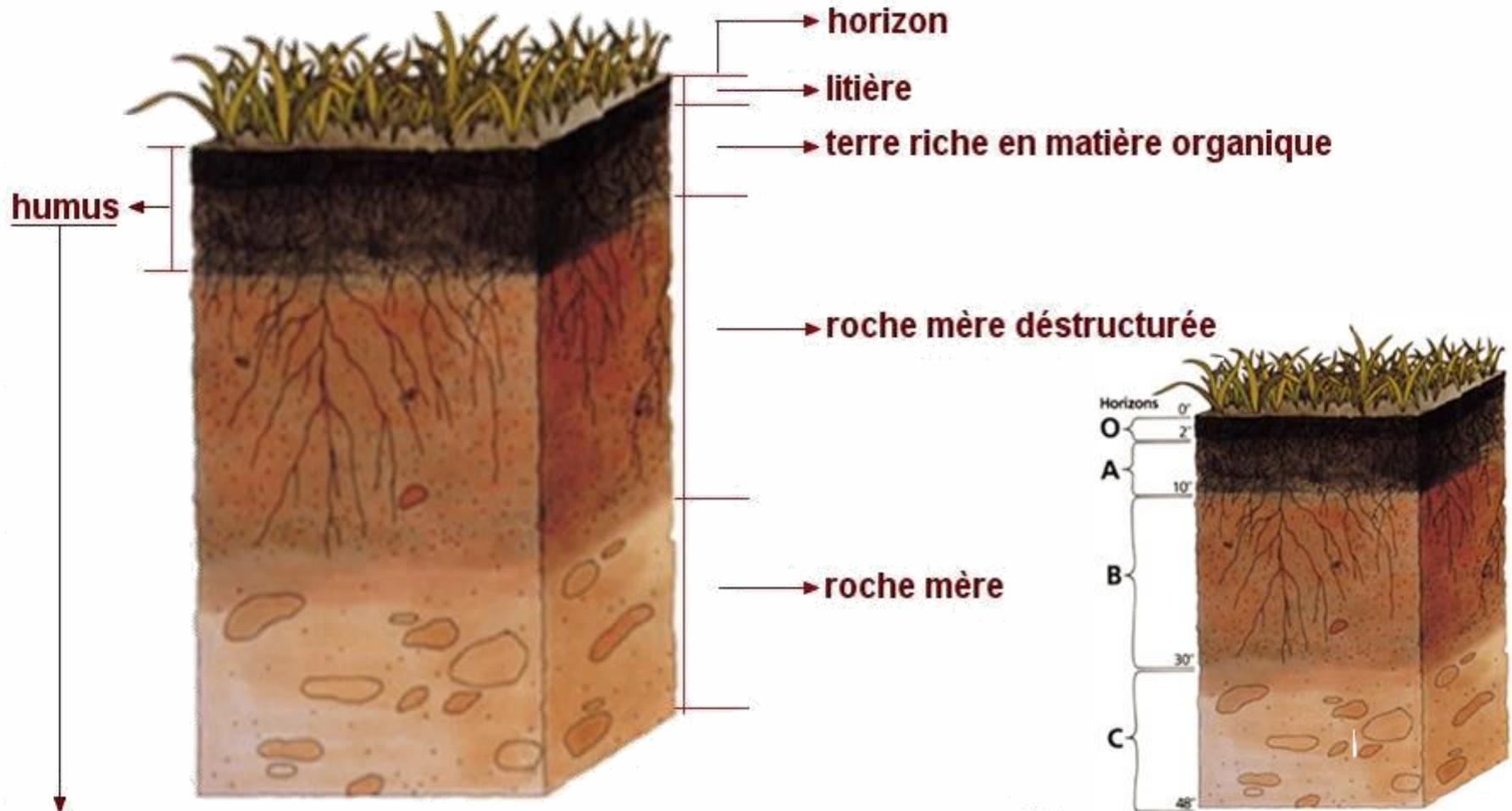
JARDIN
RESSOURCES



natagora

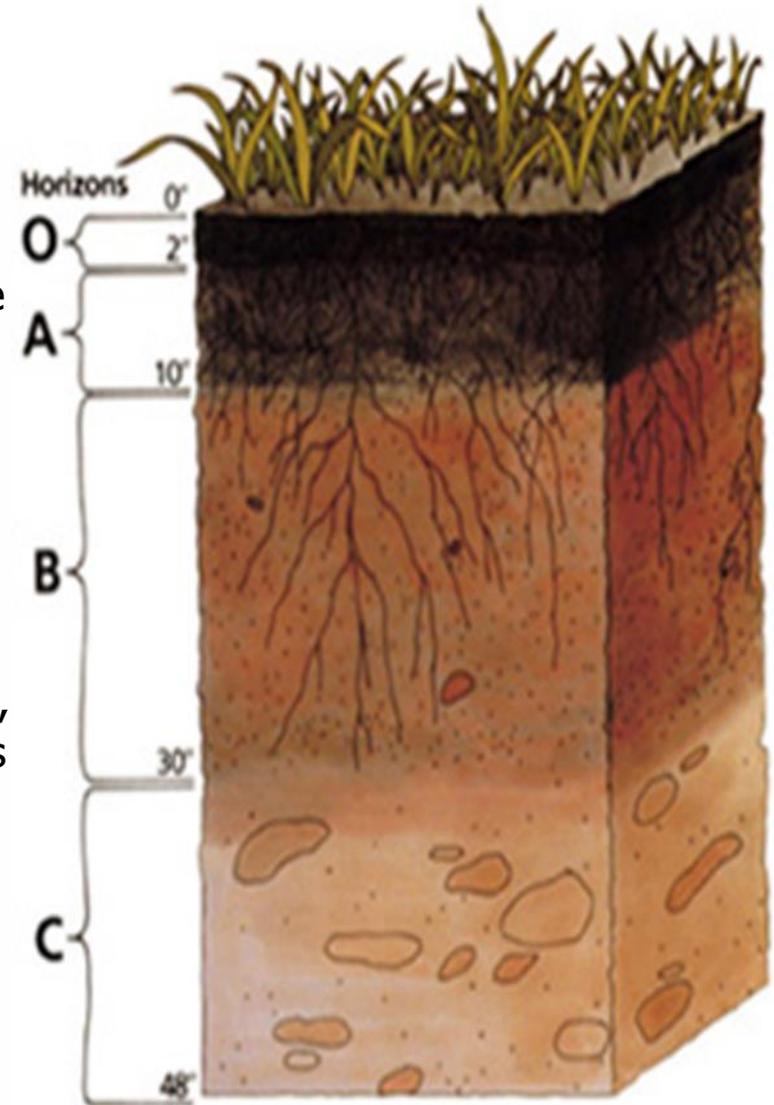


1. Le profil idéal du sol au jardin

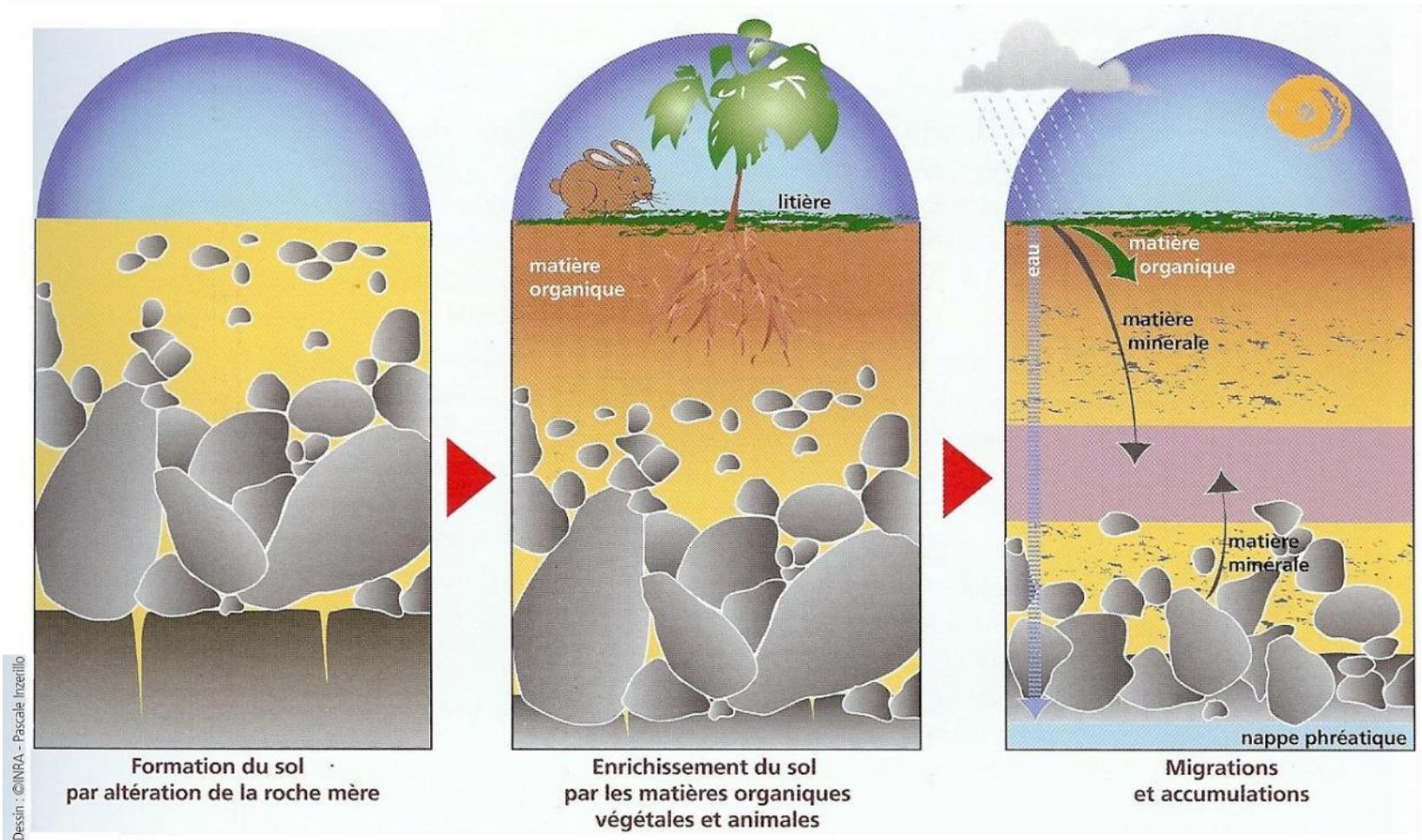


L'humus est caractérisé par une couleur foncée qui traduit sa richesse en carbone organique.

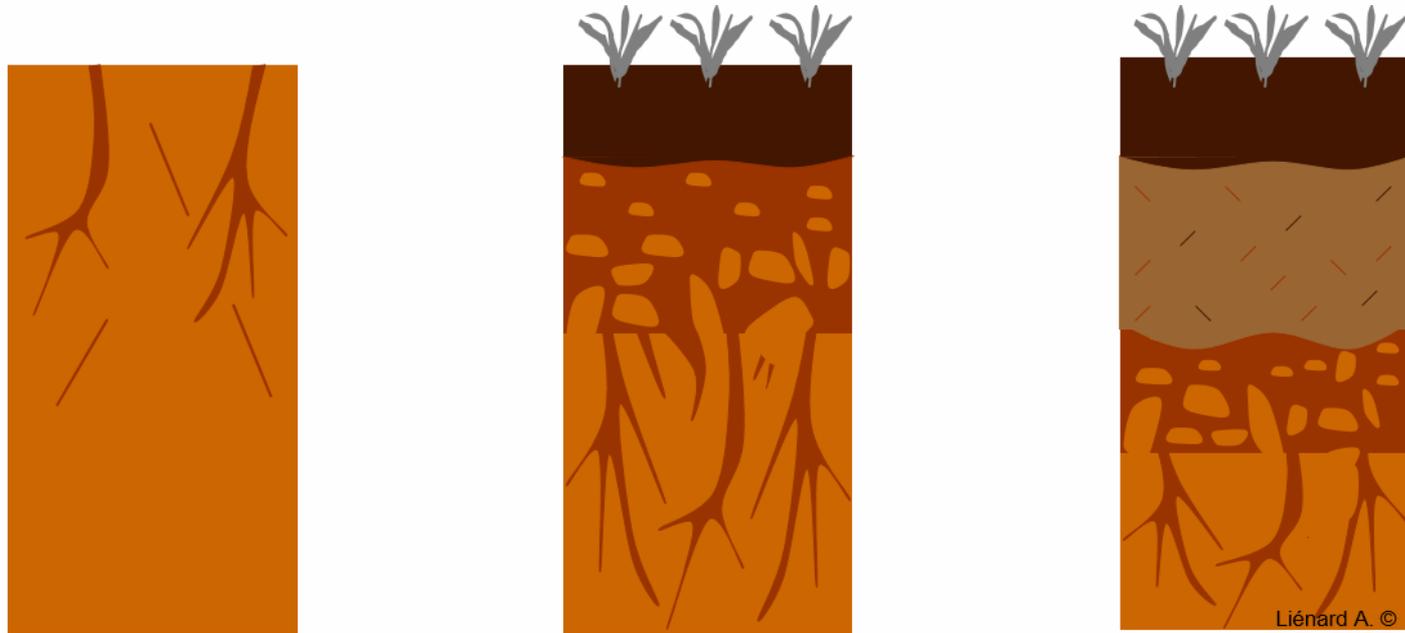
- **O** : horizon organique, litière
- **A** : horizon lessivé, terre arable.
- **O et A** : 0 à 15 cm, contient presque toute la matière organique du profil du sol (plantes vivantes, litière, et débris végétaux). Couleur foncée due à la présence d'humus. Horizon lessivé de ses éléments minéraux fer, calcium, et organiques.
- **B** : horizon d'accumulation, de 15 à 30 cm, zone où s'accumulent les éléments lessivés de l'horizon A. Souvent riche en fer et en argile, sa structure est plus compacte du à la moindre quantité de matière organique.
- **C** : horizon (roche mère), constitué par la roche mère à l'origine de la formation du sol.



Formation des sols



Fonction de la roche-mère



Altération de la roche et installation de la végétation...

... formation d'une couche meuble: le sol

DES MILLIERS D'ANNÉES

0,1 mm par an



Liénard A. ©



Liénard A. ©

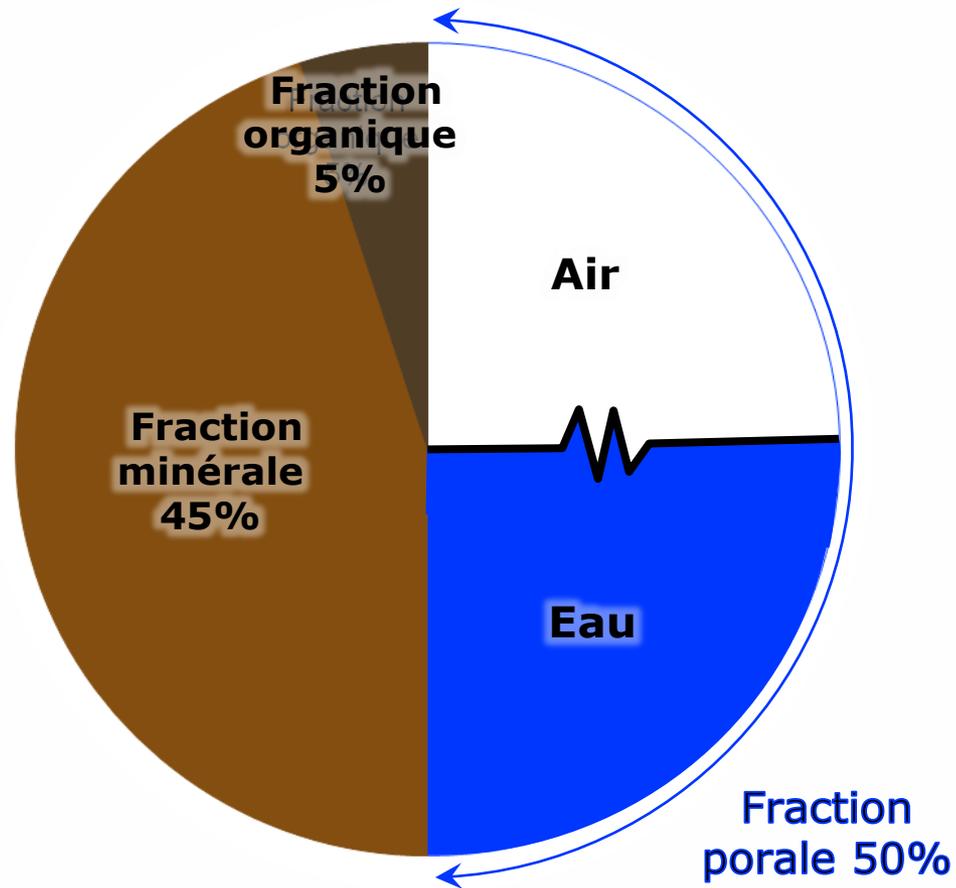


Le sol est un milieu organique-minéral qui provient de la fusion des humus (dégradation de la matière organique) et des argiles (dégradation des roches).
Ce qui forme le complexe argilo-humique.

→ De quoi est-il constitué ?

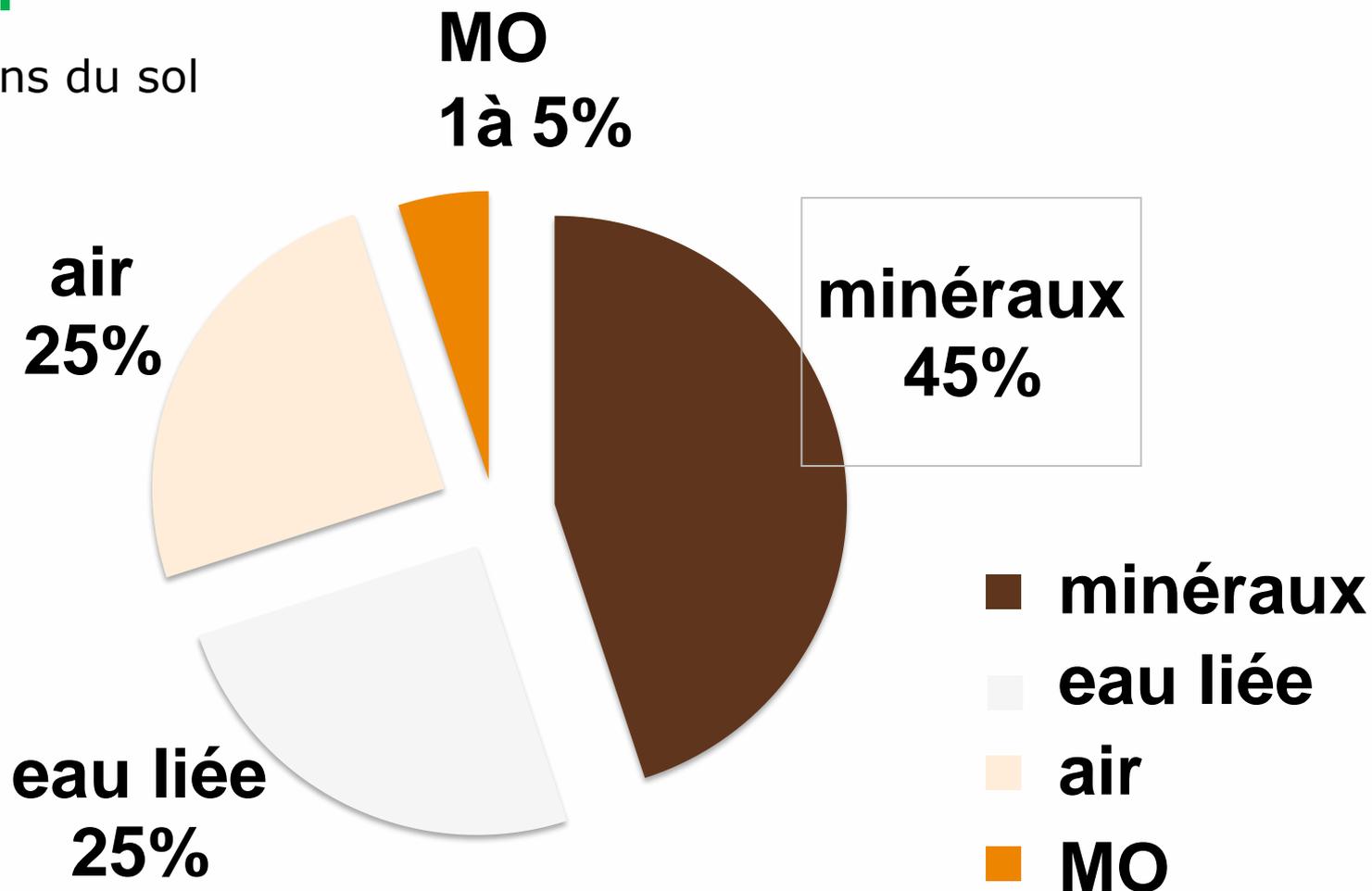
- **Constituants solides** :
 - Des minéraux : cailloux, gravier, sable, limon, argile.
 - Des matières organiques : débris d'animaux et végétaux en décomposition, humus, micro organismes du sol.
- **Constituants liquides** : de l'eau.
- **Constituants gazeux** : air du sol, oxygène, gaz carbonique, méthane, etc.

Le sol est un milieu organique-minéral



Le sol idéal

% des fractions du sol



→ Composition du sol : 25% d'air, 25% d'eau, 45% de matières minérales et 5% de matières organiques.

→ **47 %** de la croûte terrestre est faite d'oxygène présent principalement sous forme d'oxydes (composé de l'oxygène).

• Les principaux oxydes sont :

- silicium
- aluminium
- fer
- calcium
- magnésium
- potassium
- sodium

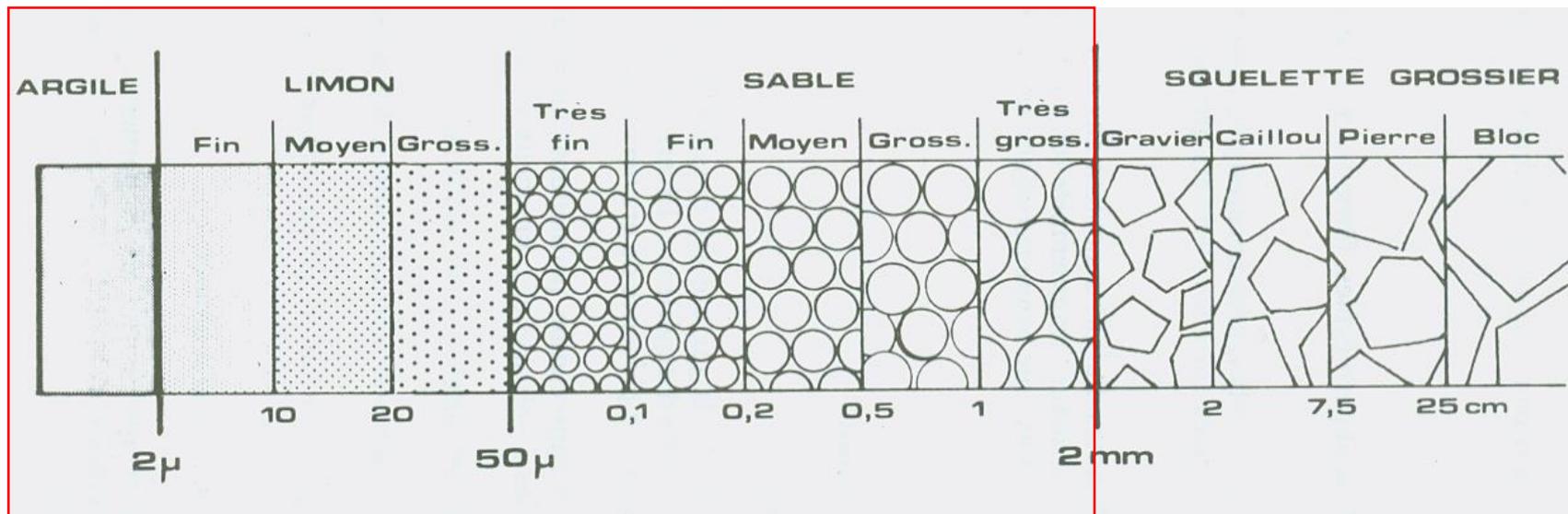
→ La silice est le constituant majeur de la croûte sous forme de silicates.

2. Type de sol (Texture)

Minéraux	Diamètre des particules
Cailloux, gravier, sable	0,06 mm + 2 cm
Limon	0,05 à 0,002 mm fin
Argile	Moins de 0,002 mm très fin

La majorité des sols sont composés d'un mélange de ces trois types de minéraux, la dominance de l'un de ces constituants détermine le type de sol :
argileux, limoneux et sableux.

Texture du sol



Analyse physique – la texture du sol



Indique la taille et la proportion des particules minérales du sol.

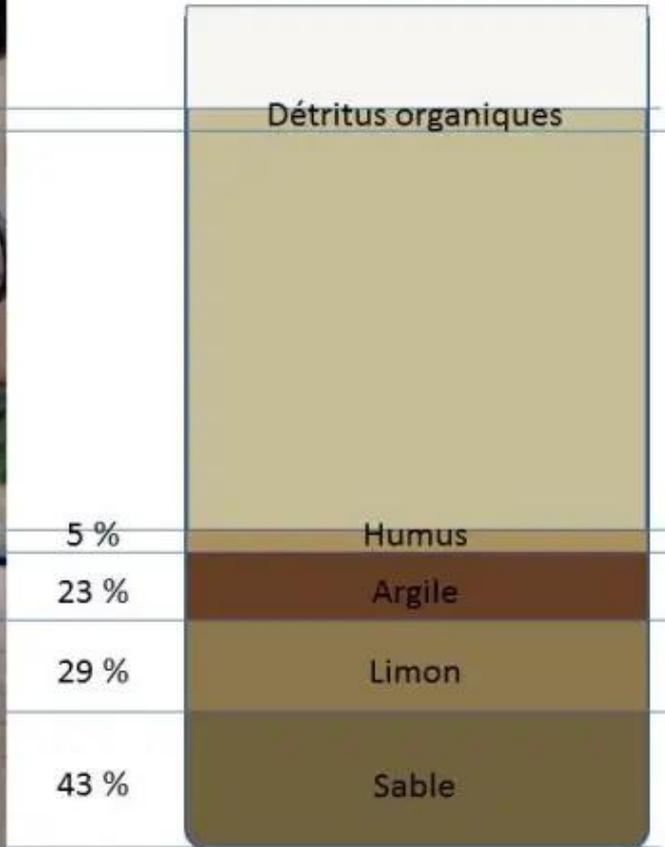
Proportion:

- Éléments grossiers > 2 mm
- Terre fine < 2 mm
 - sable entre 50 μm et 2mm
 - limon entre 2 μm et 50 μm
 - argile < 2 μm

Estimer la texture de son sol

→ Protocole

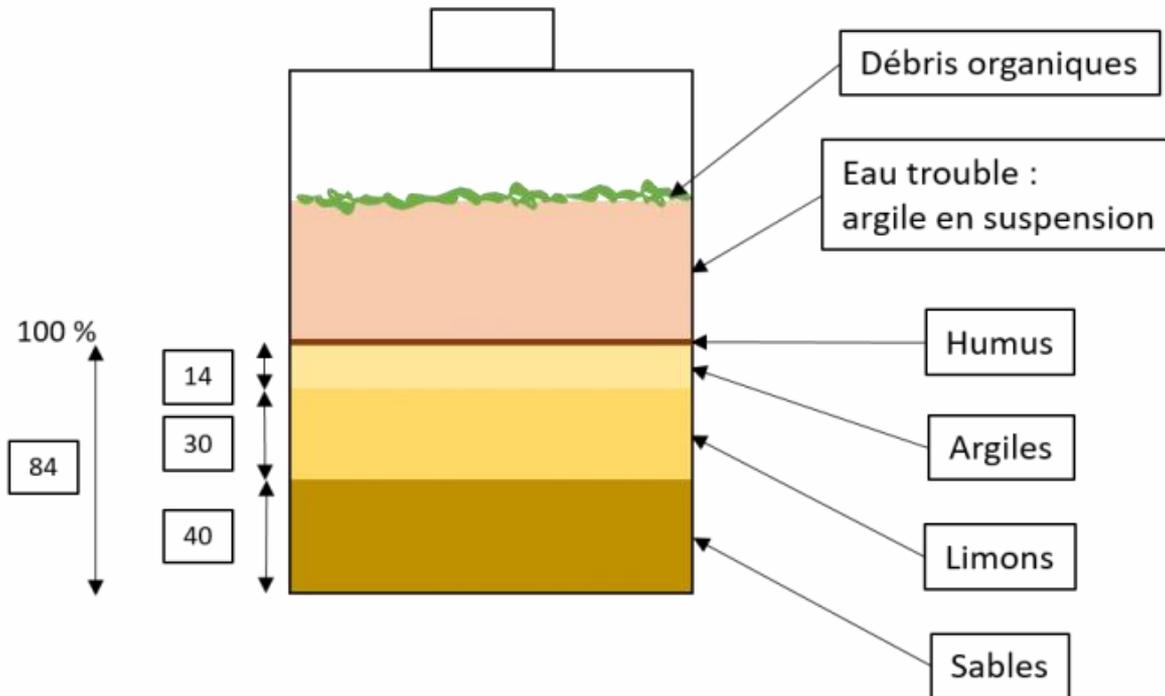
- Enlever les débris de la surface et les 2 premiers cm de terre.
- Prélever un échantillon, tamiser et remplir maximum la moitié de la bouteille en verre.
- Ajouter de l'eau jusqu'aux 2/3 de la bouteille.
- Boucher et secouer vigoureusement.
- Laisser sédimenter quelques jours.
- Noter au feutre les niveaux de sédimentation :
 - Des sables
 - Des limons
 - Des argiles
- Mesurer les hauteurs respectives de chacun des niveaux et appliquer une règle de trois pour calculer les pourcentages de chacun des éléments.



Exemple de résultat

Hauteur totale du volume de l'échantillon du sol 84 mm soit 100 %

- Sables : 40 mm – $(40 \times 100) : 84 = 47 \%$ de sables
- Limons : 30 mm – $(30 \times 100) : 84 = 35 \%$ de limons
- Argiles : 14 mm – $(14 \times 100) : 84 = 18 \%$ de d'argiles

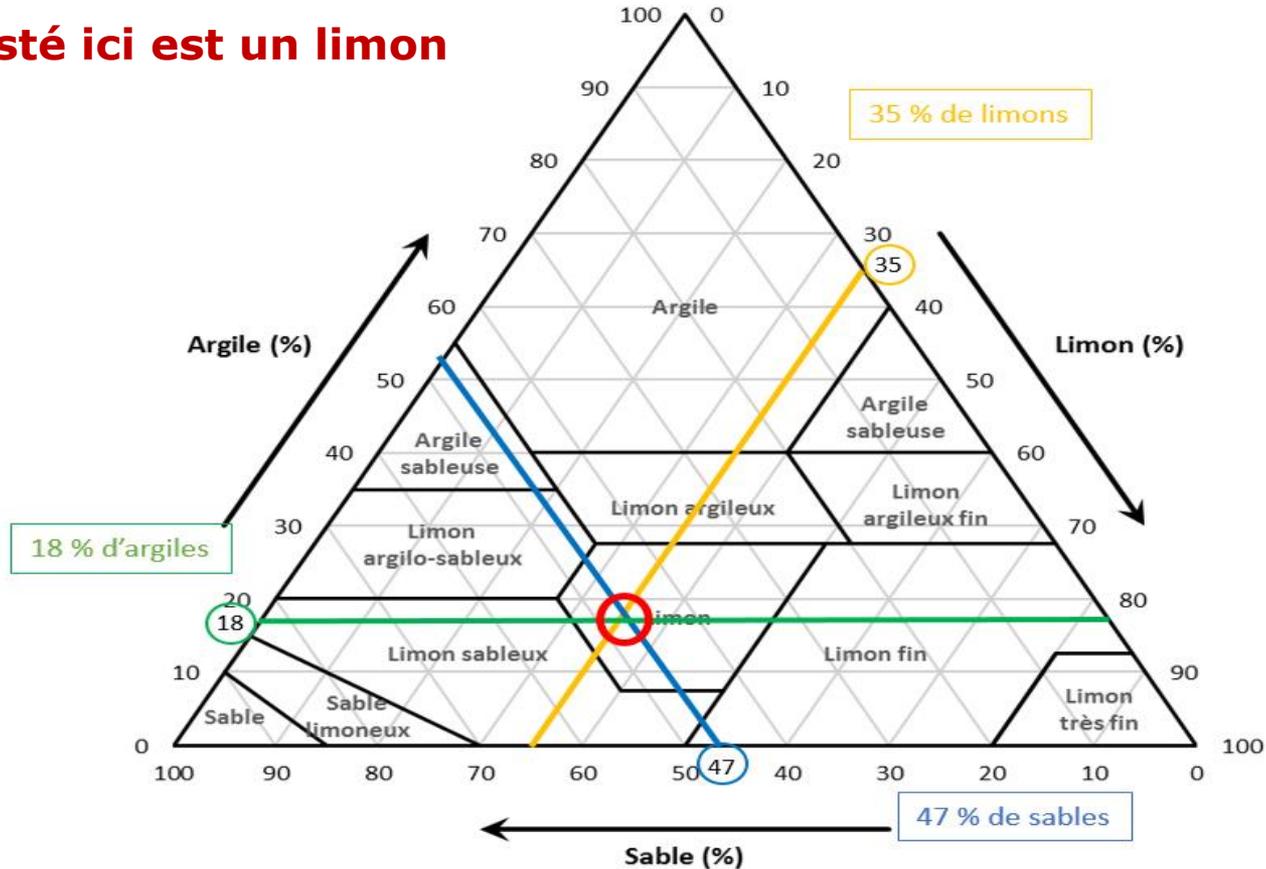


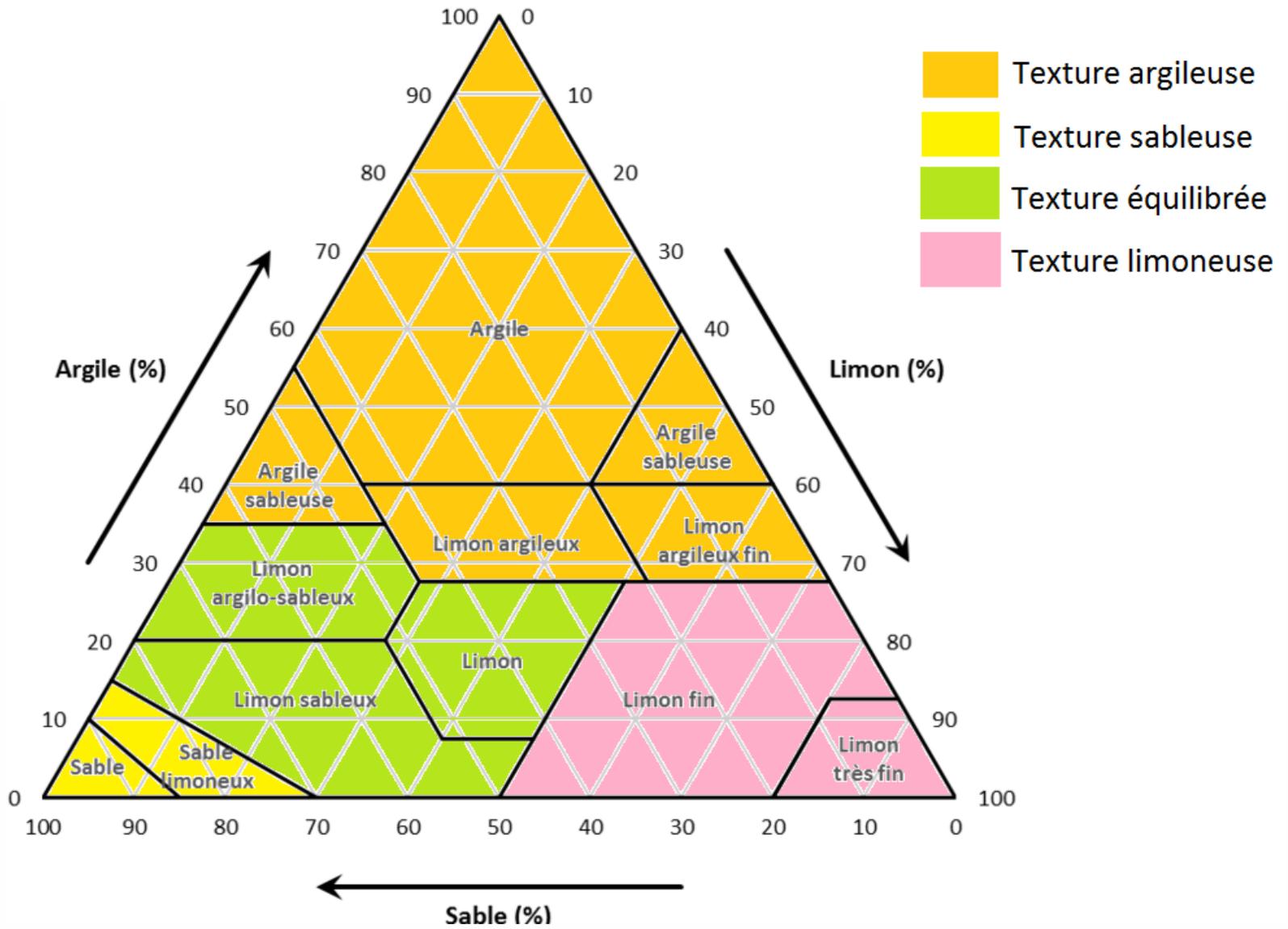
Comment utiliser un triangle des textures ?

- Reporter la valeur de chacun des trois pourcentages sur l'axe qui lui correspond.
- Pour chacune des valeurs de pourcentages, tracer une parallèle à l'axe précédent.

Dans notre exemple : avec 47 % de sables, 35 % de limons et 18 % d'argiles

Le sol testé ici est un limon





Sol argileux : sol lourd. Pressé dans la main, il forme une motte qui conserve sa forme. Devient vite dur , la surface se fissure.

- **Qualités**: bonne rétention d'eau et des éléments nutritifs.
- **Défauts** : lent à se réchauffer, difficile à travailler.
- **Solutions**: éviter de travailler le sol quand il est humide, Semer des engrais verts.



Sol limoneux : sol mi léger. Pressé dans la main, il forme une motte friable qui se désagrège facilement.

Une croûte a tendance à se former à la surface du sol.

- **Qualités**: bonne terre, fertile.
- **Défauts**: tendance à se compacter en surface (croûte).
- **Solutions**: biner régulièrement.



Sol sableux : sol léger. Trop friable pour former une motte. Il devient rapidement sec.

- **Qualités:** se réchauffe rapidement (légumes primeurs).
- **Défauts:** peu de rétention d'eau et des éléments minéraux, souvent acide.
- **Solutions:** ajouter compost, fumier, engrais verts.



Composante organique



3. La matière organique

→ Lorsqu'on parle de la matière organique du sol, on parle à la fois de ce qui est vivant et de ce qui est en cours de décomposition.

Trois formes de M.O :

1. La matière organique vivante (M.O.V):

Il s'agit de la forme vivante des différents organismes (bactéries, animaux, végétaux, champignons...)

2. La matière organique fraîche (M.O.F) :

Il s'agit des organismes qui viennent de mourir, et que l'on distingue selon leur degré de décomposition.

- Cette décomposition va évoluer en fonction du temps, du climat, du type de sol, et de l'activité biologique du sol.
- Cette décomposition est réalisée par les organismes du sol (vers de terre, bactéries...) que l'on nomme décomposeurs et qui utilisent la M.O.F comme source d'énergie pour leur croissance.

Minéralisation primaire : Lors de la décomposition de cette **M.O.F** , une partie libérera des éléments minéraux (à partir de substances facilement dégradables ..comme les sucres , protéines) qui serviront de nourriture(énergie) aux plantes.

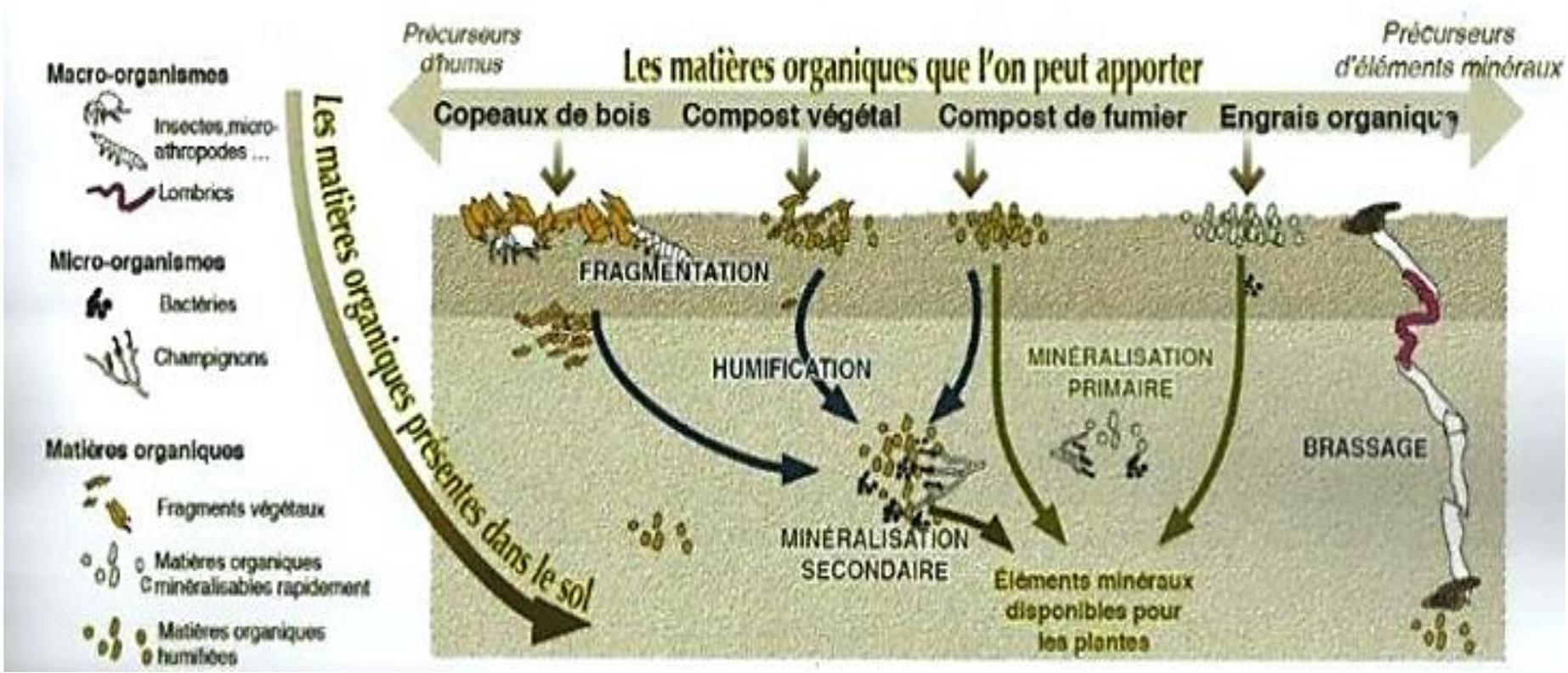
Minéralisation secondaire/ Humification : l'autre partie constituée de substances plus difficile à décomposer (comme la lignine, et la cellulose..) aura besoin d'une minéralisation secondaire appelée aussi humification: **c'est la création de l'humus.**

3. La matière organique transformée (**M.O.T**): l'humus

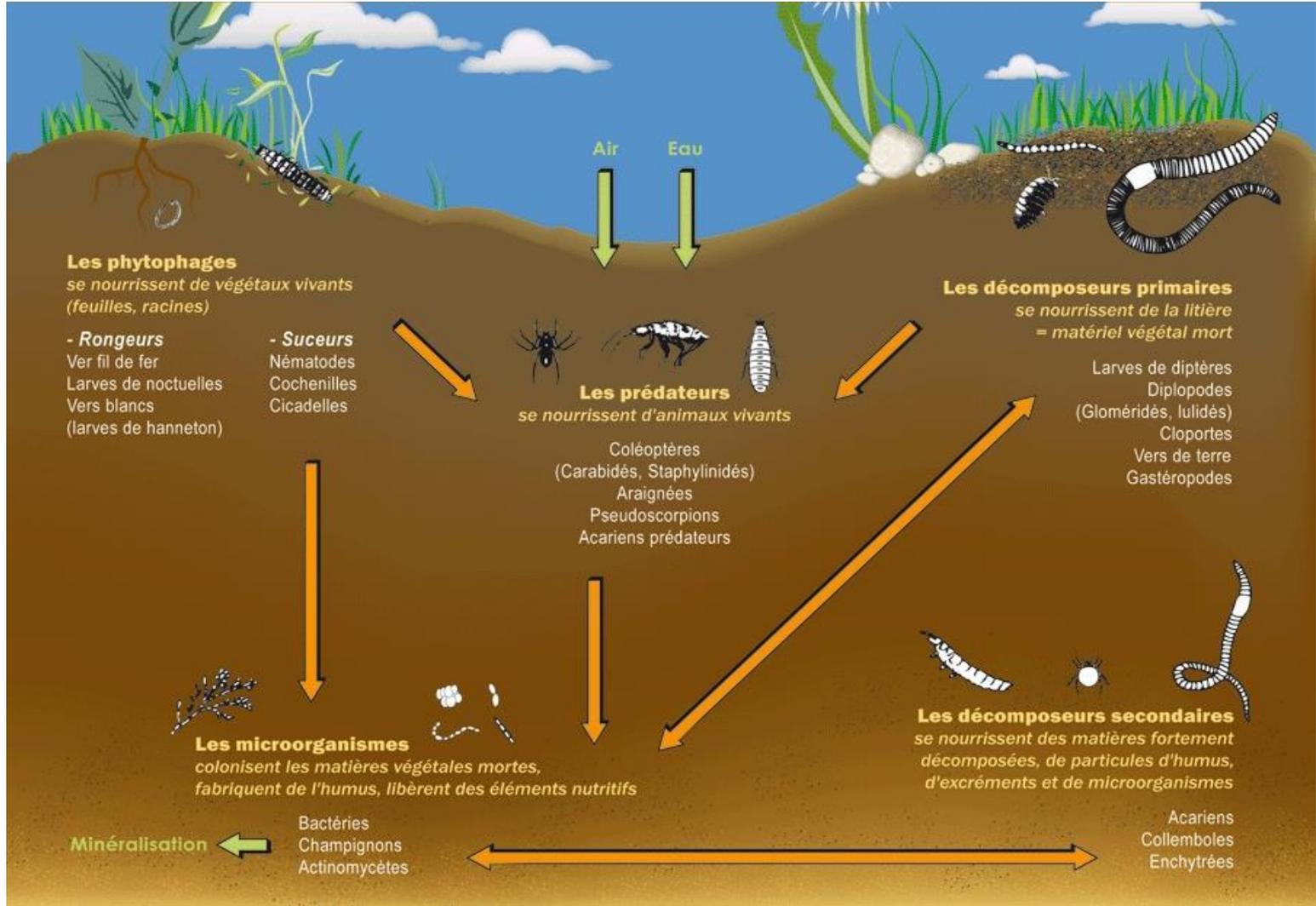
La décomposition des organismes d'origine animale libère des éléments minéraux mais pas d'humus car les animaux ne possèdent ni lignine, ni cellulose dans leur tissus.

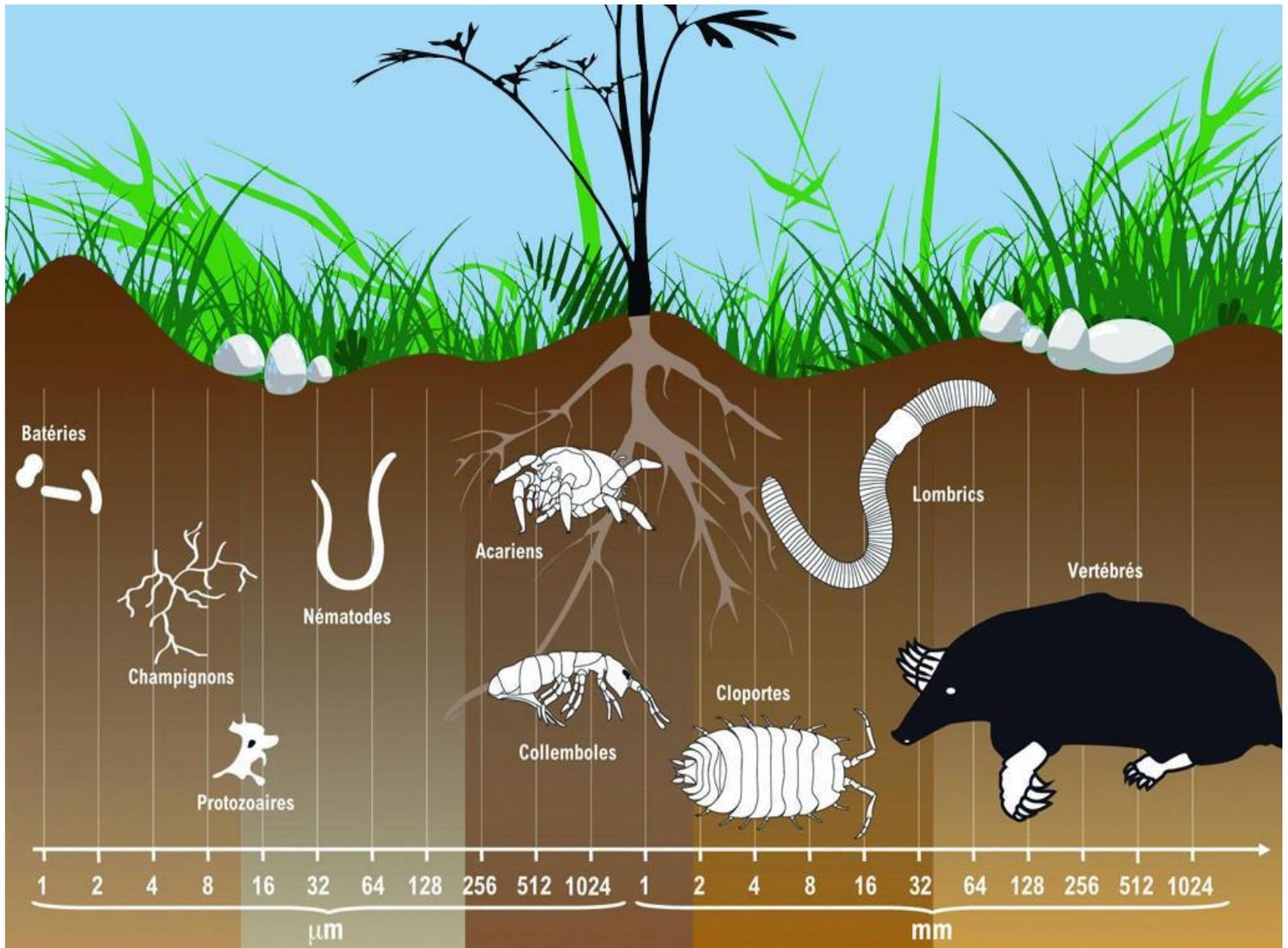
L'humus résulte donc de la matière organique d'origine végétale, qui donne à la terre sa couleur foncée, la protège de l'érosion, augmente la fertilité, la biodiversité et est une forme importante de stockage de carbone.

4. Connaître le fonctionnement du sol



5. Les fonctions de la faune du sol







Province
de Liège

Agriculture

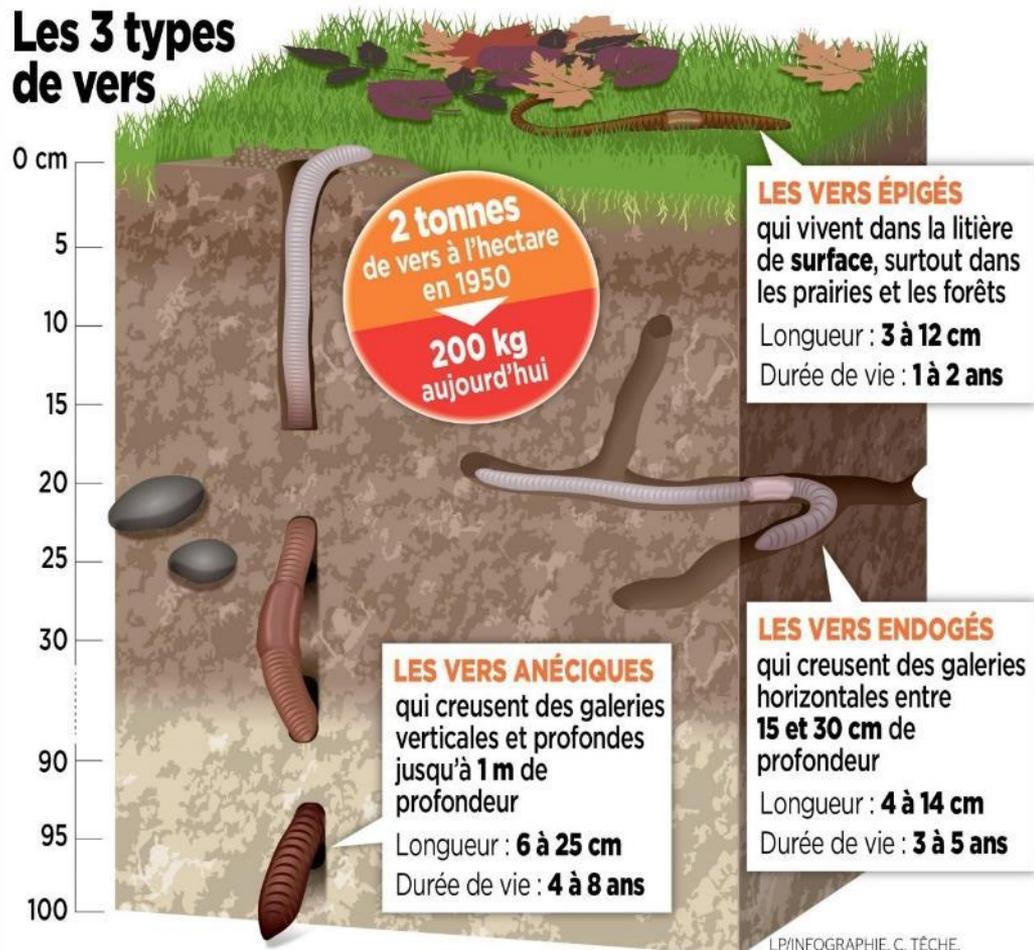
Les habitants du sol

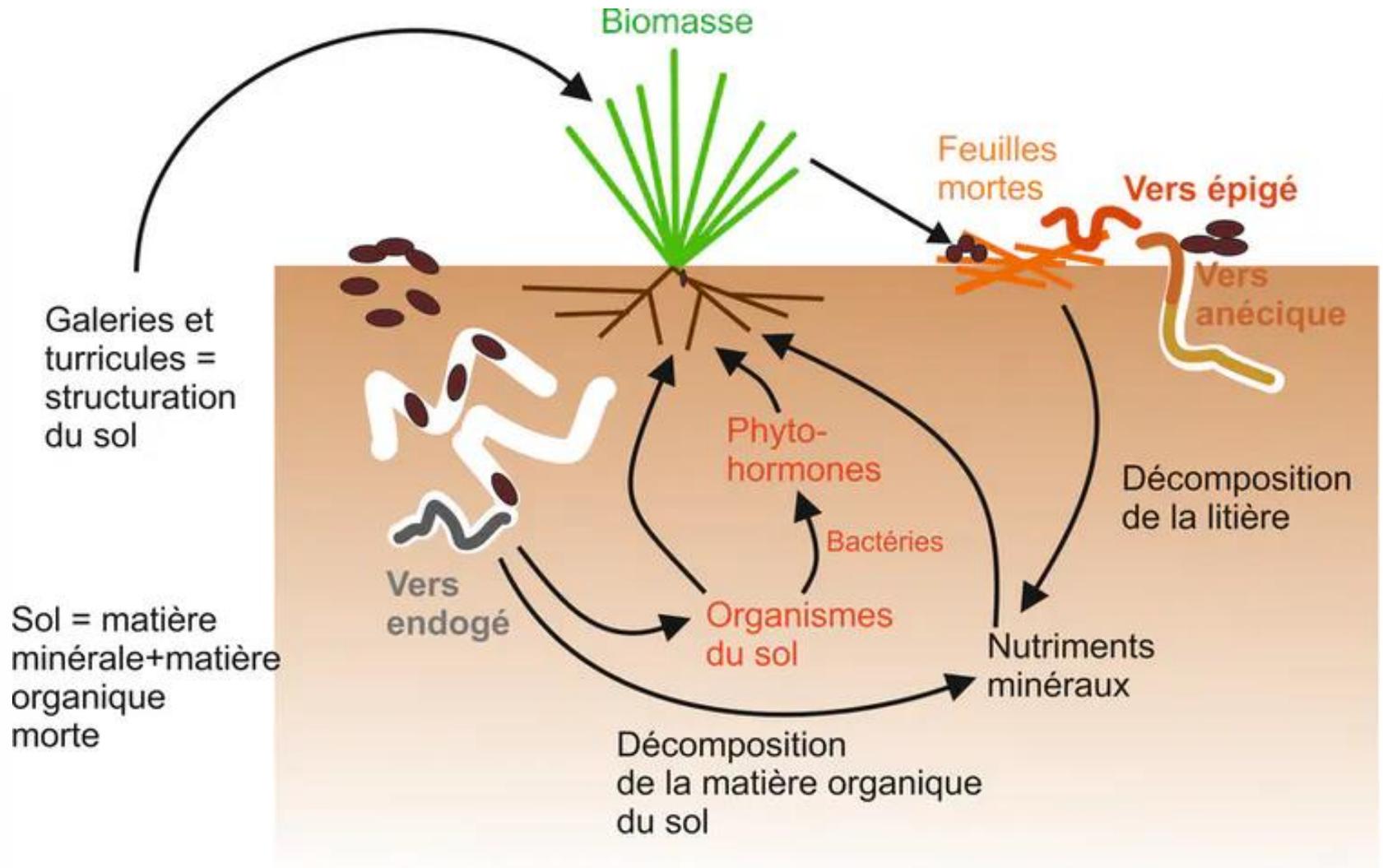


Projet Noé/Noah

Les vers de terre : 3 grands groupes

Les 3 types de vers

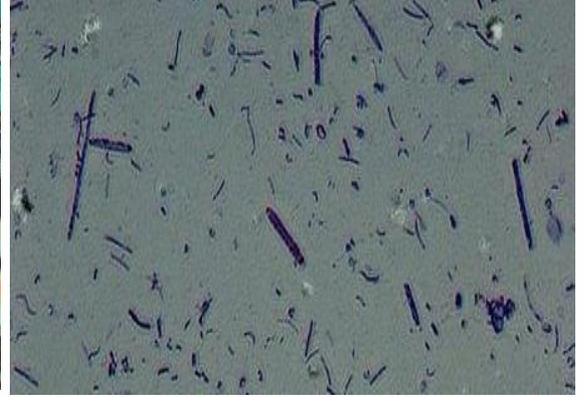




Par rapport à la terre d'origine, **les turricules** sont beaucoup plus concentrés en éléments minéraux :

- 5 fois plus d'azote assimilable
- 7 fois plus de phosphore assimilable
- 11 fois plus de potassium
- 2 à 3 fois plus de magnésium échangeable
- 1,5 fois plus de calcium

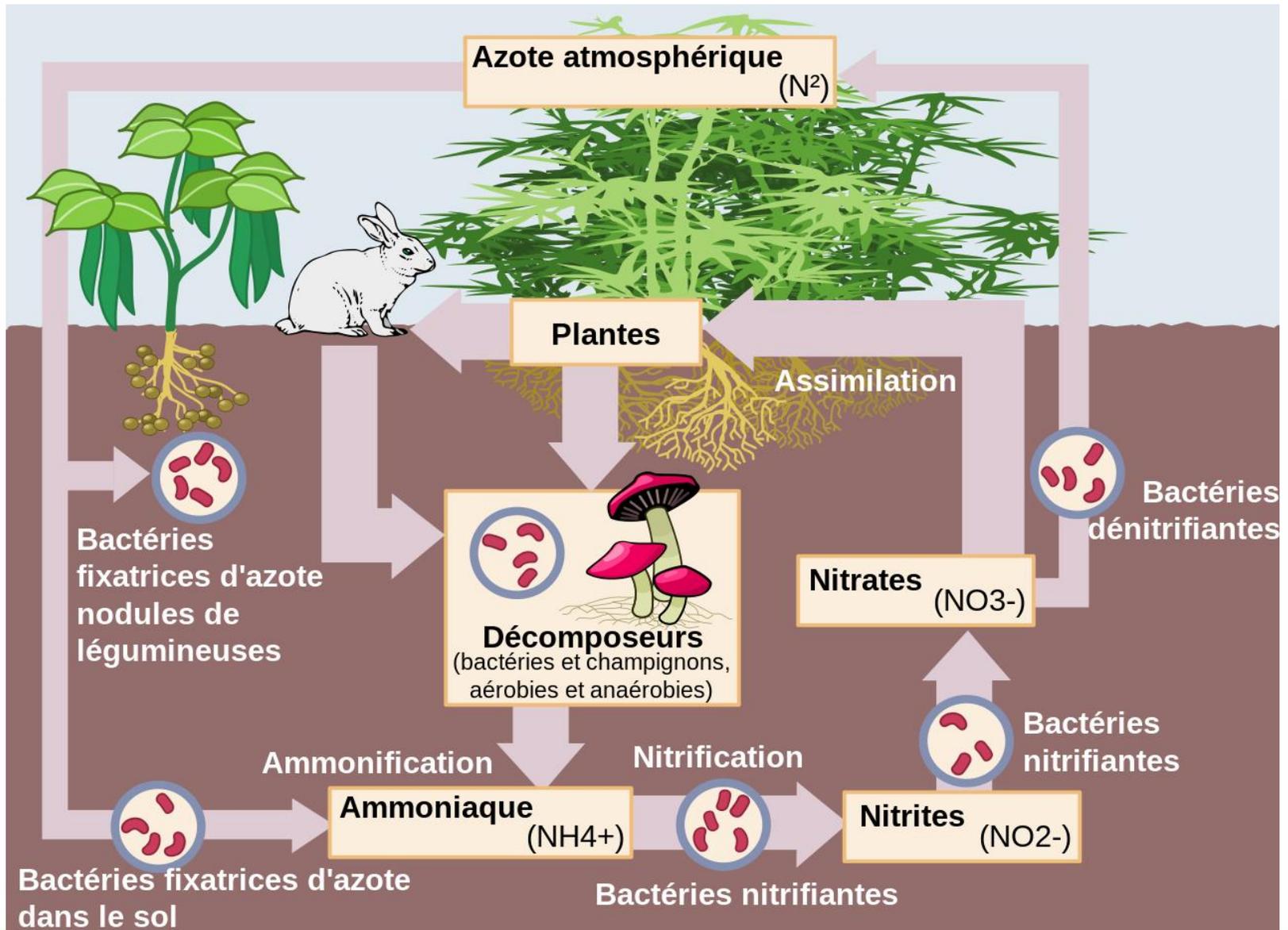


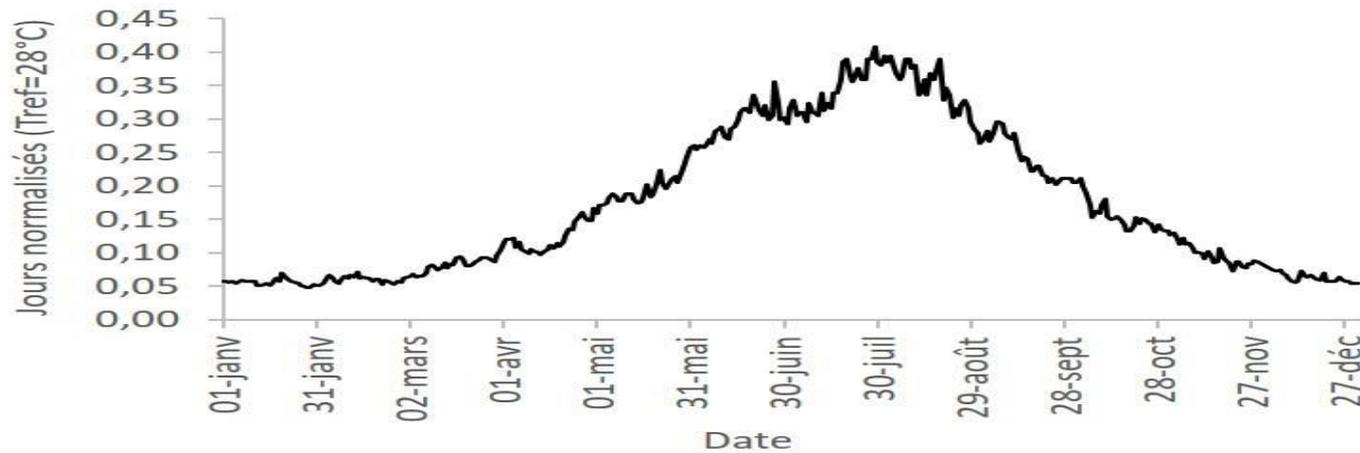


L'azote

L'azote est présent dans la nature sous deux états :

- A l'état **libre**, sous forme de N_2 , où il constitue 78 % de l'air que nous respirons.
- A l'état **combiné** :
 - sous forme minérale : ammoniacque, nitrite, nitrate
 - sous forme organique : fumier...



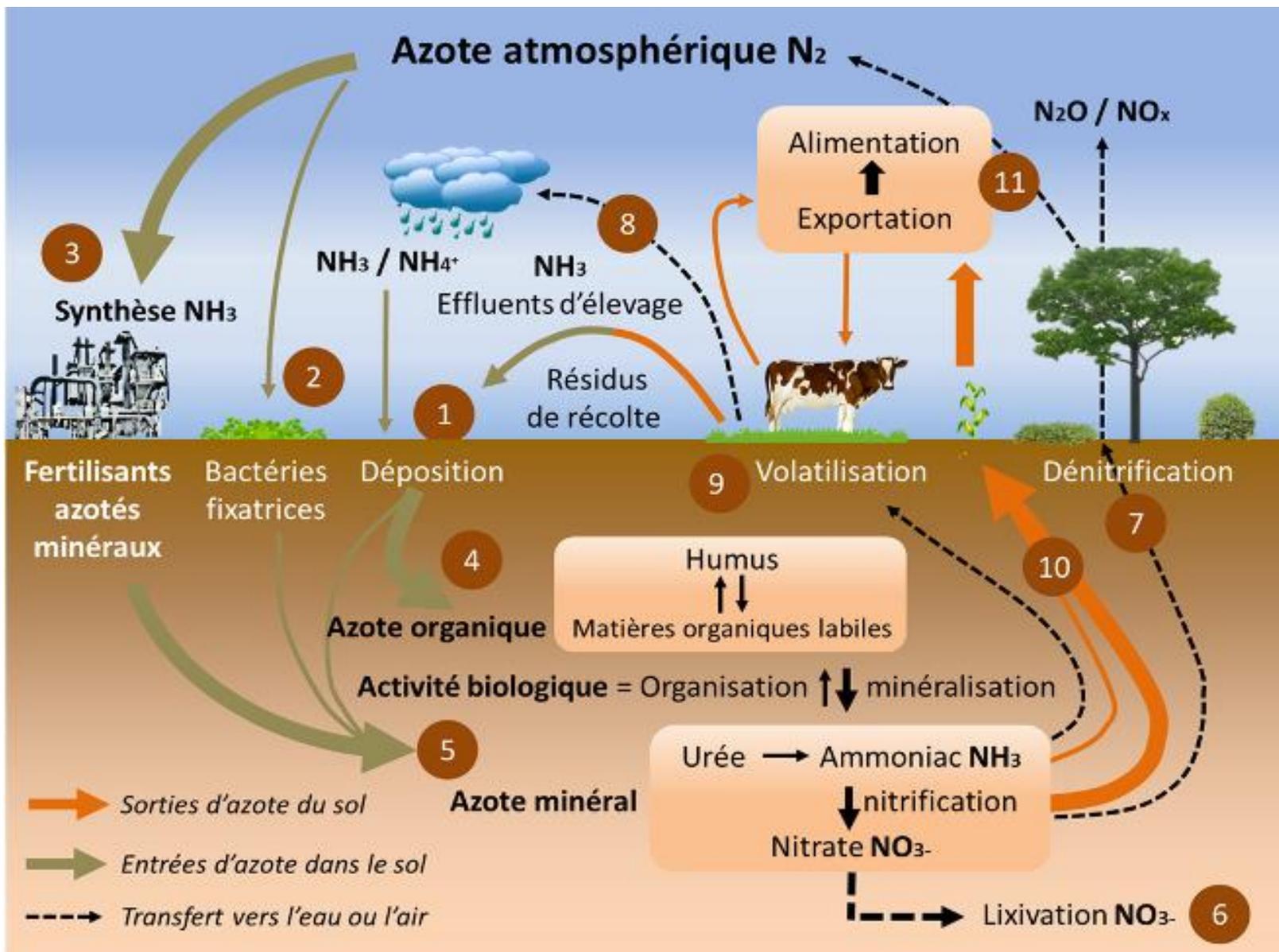


Une valeur de **0.05** correspond à une température du sol d'environ **2°C**, **0.40** correspond à une température du sol d'environ **20°C**.

On constate que les mois de décembre, janvier et février ne contribuent pratiquement pas à la minéralisation de l'azote, qui commence en mars pour augmenter jusque fin juillet, avant de diminuer jusqu'au mois de décembre.

Les mois les plus utiles pour la minéralisation de l'azote organique sont les mois de mai, juin, juillet, août et septembre.

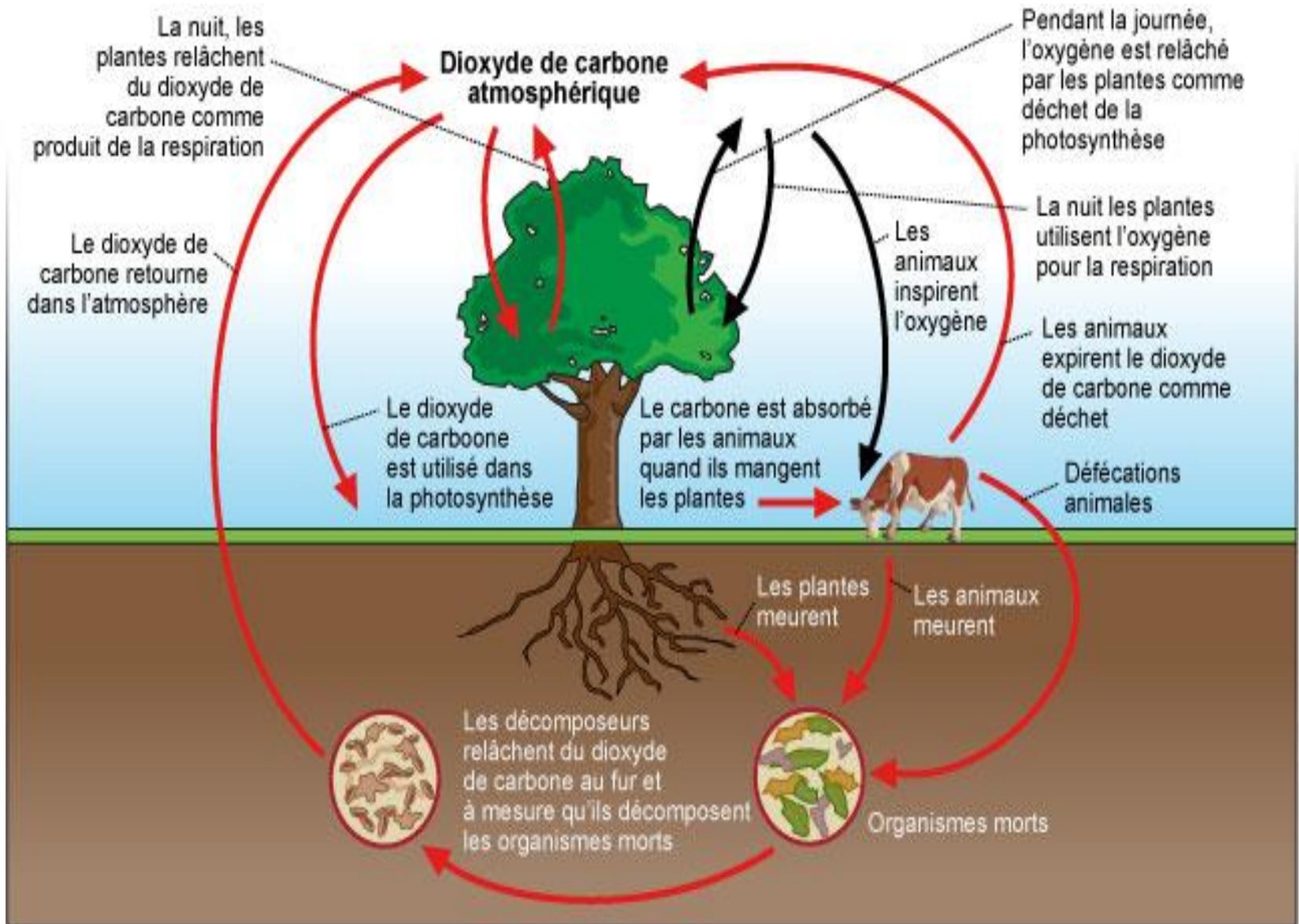
L'implantation de cultures gourmandes en N et une couverture permanente des sols (**Cipan**) sont importantes pour une bonne gestion de la fertilité azotée après destruction d'une prairie afin de limiter une lixiviation des nitrates.



- 1.** Effluents d'élevage, résidus de culture : ressource importante pour la fertilisation.
- 2.** La symbiose rhizobium-légumineuse réalise un couplage entre la fixation de l'azote et la photosynthèse. La quantité d'azote fixé par cette symbiose est très significative.
- 3.** La synthèse de l'ammoniac est la matière première des engrais azotés.
- 4.** L'organisation microbienne transforme l'azote minéral en matière organique. Les bactéries du sol stimulées par l'ammonium, minéralisent l'azote organique. Cette transformation de la matière organique conduit à la formation de sels minéraux où les éléments fertilisants deviennent solubles et accessibles aux plantes.
- 5.** La nitrification par les bactéries du sol transforme l'ammonium en nitrate en quelques semaines. Des pertes sous formes de protoxyde d'azote surviennent durant ce processus.

- 6.** La lixiviation du nitrate (lessivage) se produit surtout en hiver lorsque l'excès d'eau fait migrer en profondeur le nitrate hors de portée des racines. Une fertilisation ajustée contribue à prévenir le risque pendant la période d'inter-culture.
- 7.** La dénitrification a lieu lorsque les micro-organismes manquent d'oxygène (stagnation de l'eau et compactage du sol). Lors de ce processus, les bactéries du sol transforment les nitrates (et les nitrites) en azote gazeux (N_2) qui rejoint l'atmosphère.
- 8.** L'urée est la forme principale d'élimination des déchets azotés, par l'urine. L'hydrolyse de l'urée par les enzymes du sol convertit l'urée en ammonium et en CO_2 . En fonction de la température : une journée à une semaine. Le pH du sol augmente durant le processus, favorisant la volatilisation (perte d'azote par dégagement direct dans l'atmosphère).

- 9.** L'assimilation de l'ammonium par les racines est plus lente que celle du nitrate. Il est souvent transformé en nitrate avant absorption par les plantes.
- 10.** L'assimilation du nitrate est rapide en raison de sa forte mobilité en solution dans l'eau du sol.
- 11.** La récolte est transformée en nourriture (humaine ou animale), ce qui est l'objectif fondamental de l'agriculture.



→ Cultiver avec les Mycorhizes

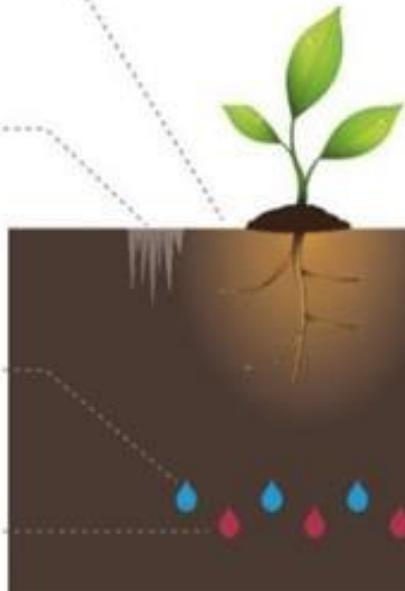
Sans Mycorhizes

Difficultés de la plante à absorber l'eau et les nutriments du sol.

Instabilité du sol et tendance à l'érosion due à un système racinaire réduit.

Eau et nutriments ne sont pas retenus près des racines et sont inutilisables par la plante.

Lessivage des engrais chimiques et pollution des nappes phréatiques.



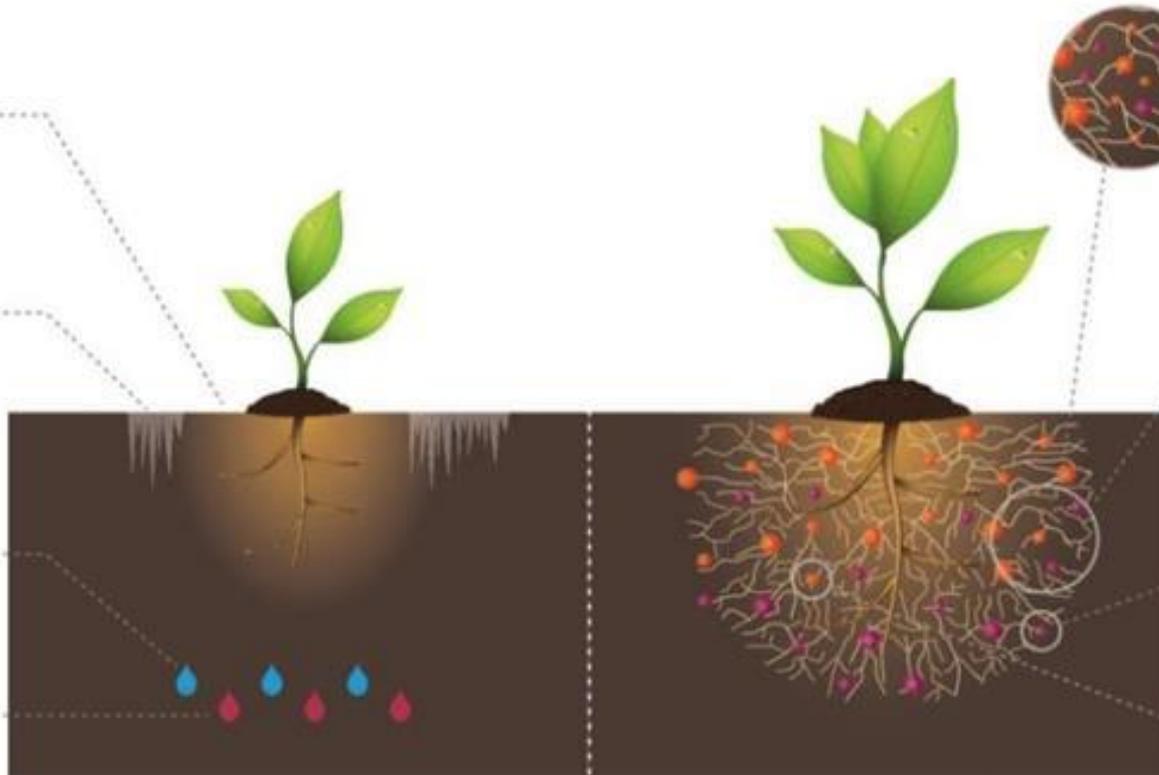
Avec Mycorhizes

Les champignons se connectent aux racines des plantes et prolongent le système racinaire, qui devient plus efficace dans l'absorption d'eau et des nutriments du sol.

Agrégation du sol grâce au réseau de fibres fongiques, prévention de l'érosion et de la stabilité du sol.

Rétention d'eau par la mycorhize et redistribution à la plante en cas de sécheresse.

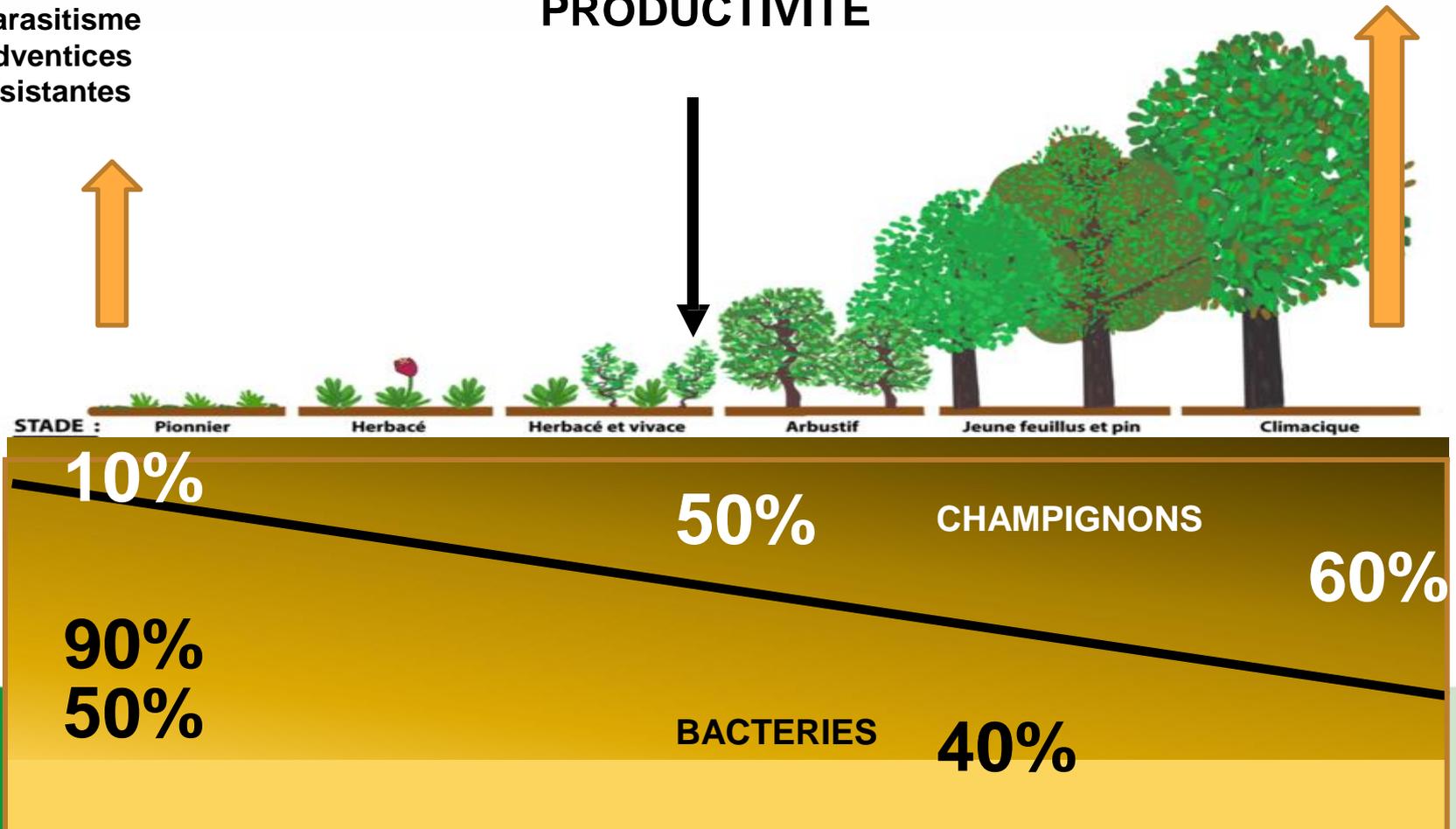
Compatible avec des engrais naturels à libération lente.

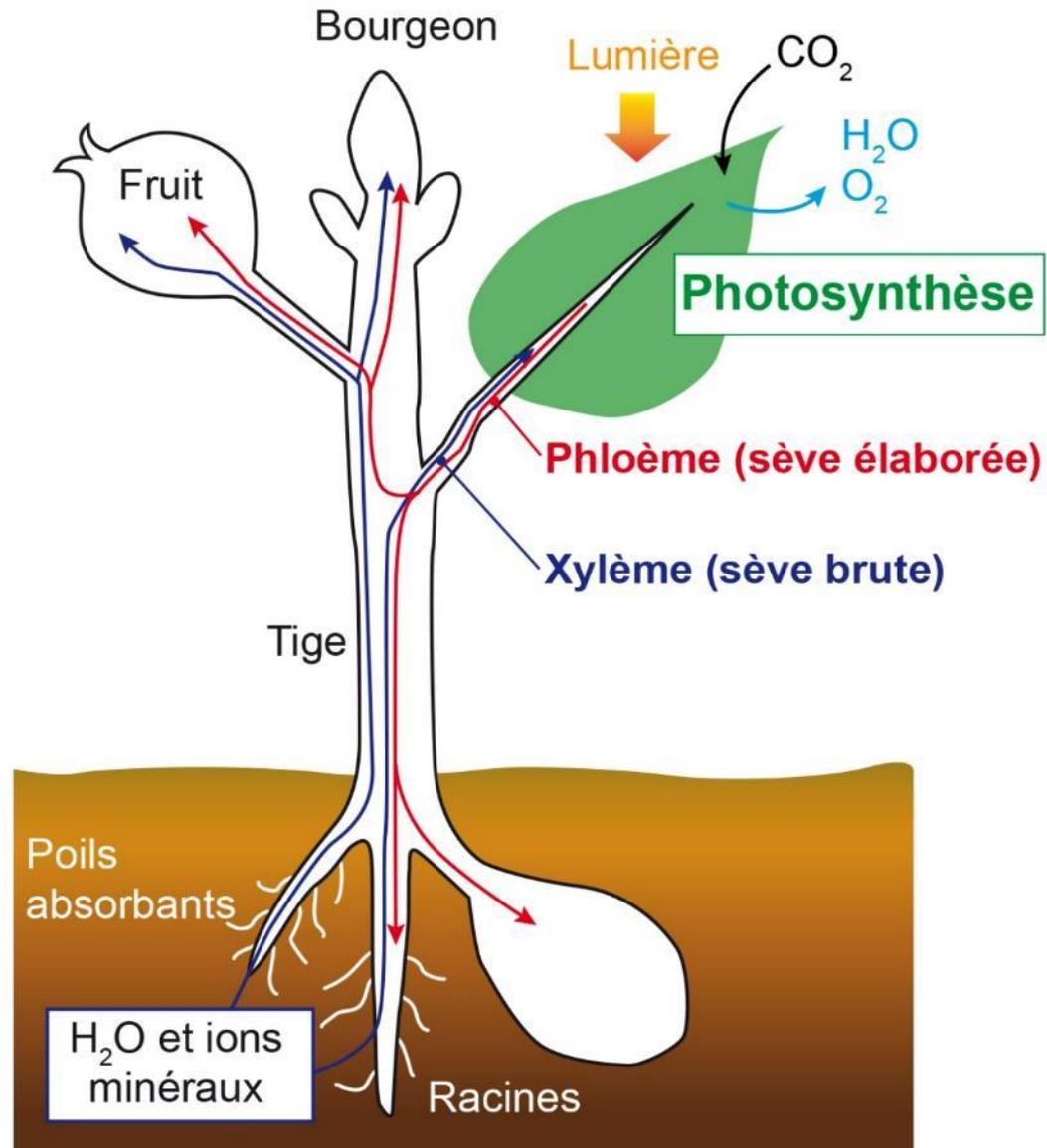


Minéralisation
Déstockage humus
Erosion
Compaction
Carences
Parasitisme
Adventices
résistantes

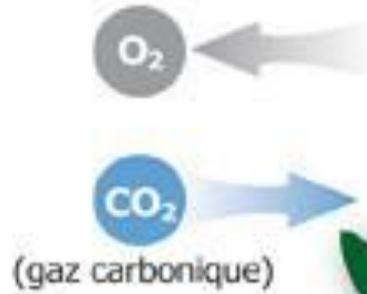
**Ratio idéal bactéries/champignons
en système cultivé =
MAINTIEN DES TAUX D'HUMUS &
PRODUCTIVITE**

Humification
Résilience
Porosité
Santé

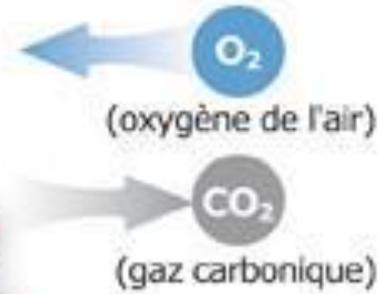




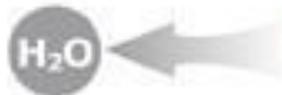
PHOTOSYNTHÈSE



RESPIRATION



TRANSPIRATION



NUTRITION MINÉRALE

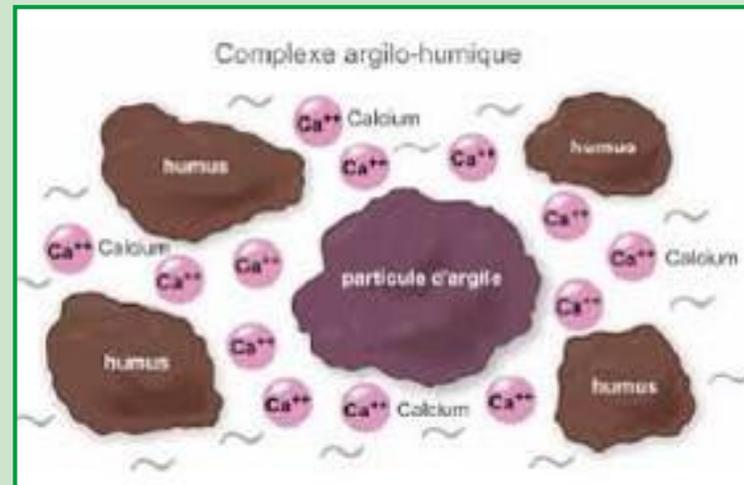




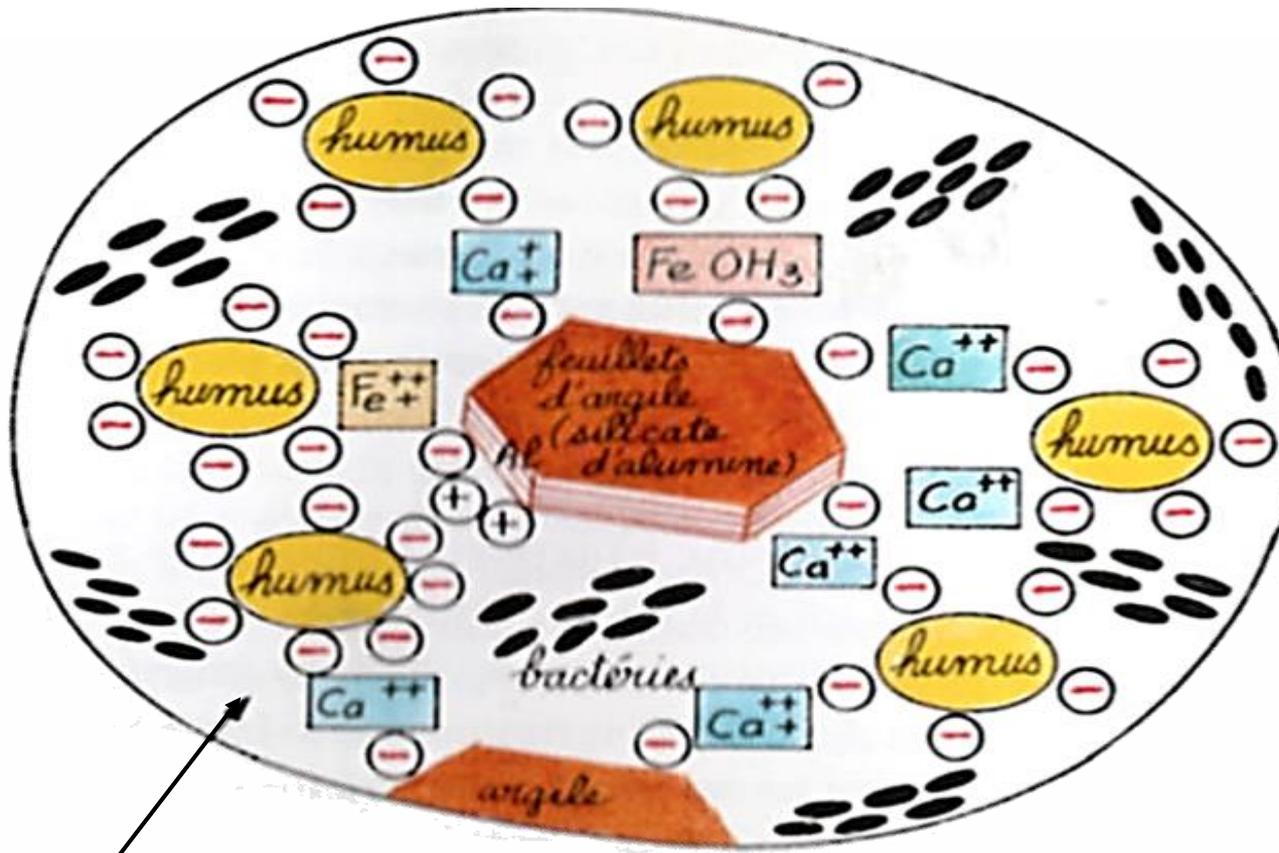
Province
de Liège

Agriculture

Complexe argilo-humique

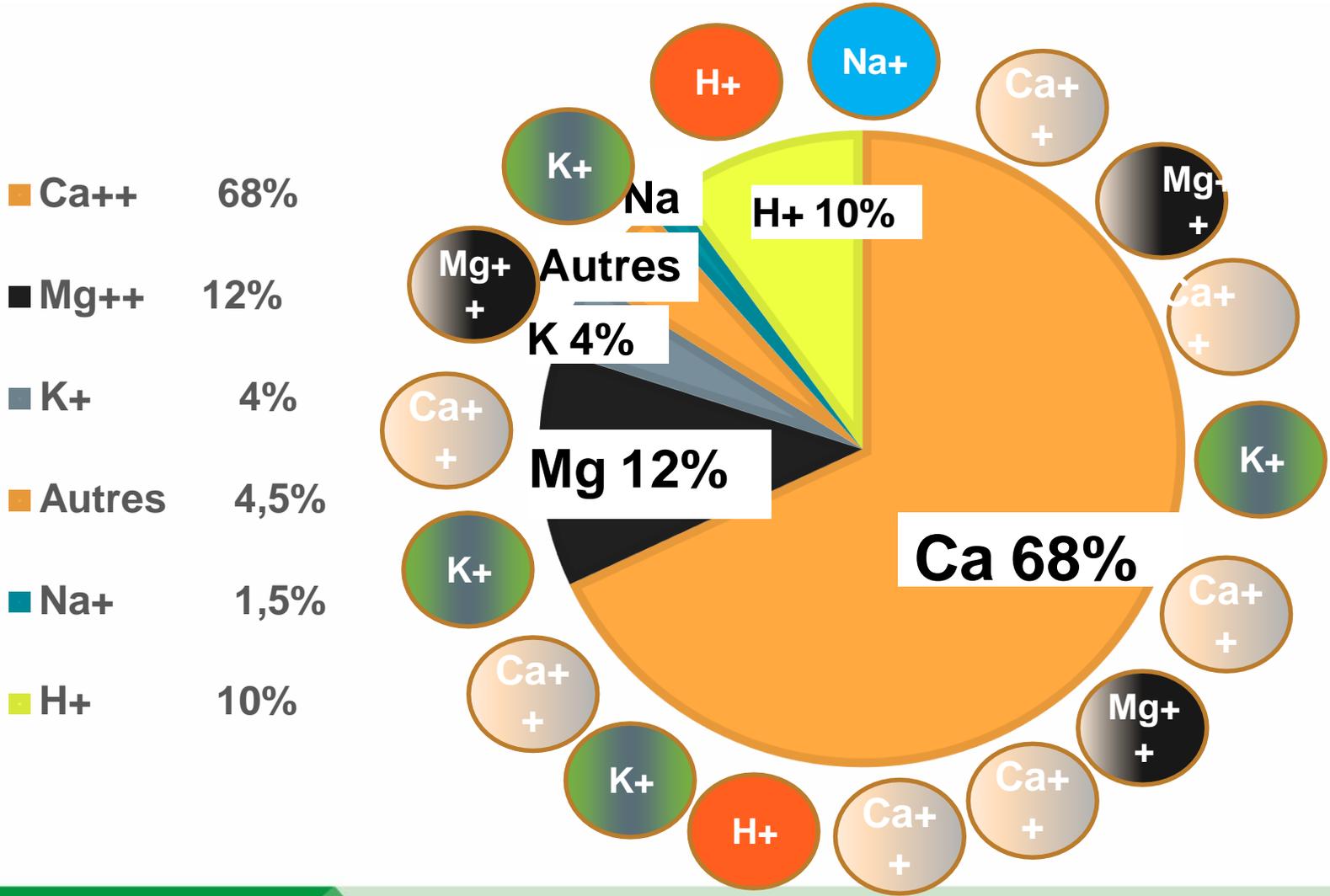


Le sol est comme une réaction électrique !



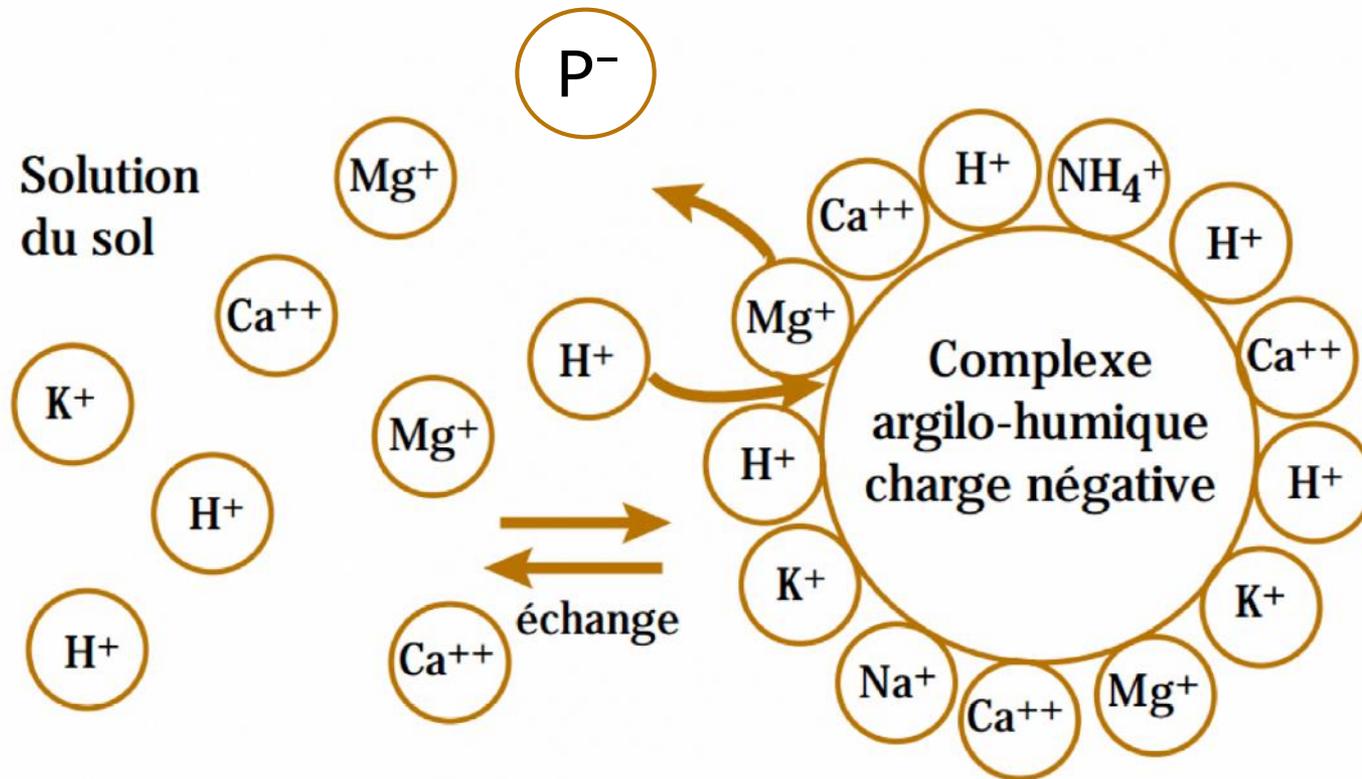
« pâte » formée de minéraux, de bactéries, colle de champignons (glomaline), mucus de vers de terre (turricules), d'eau, d'air..

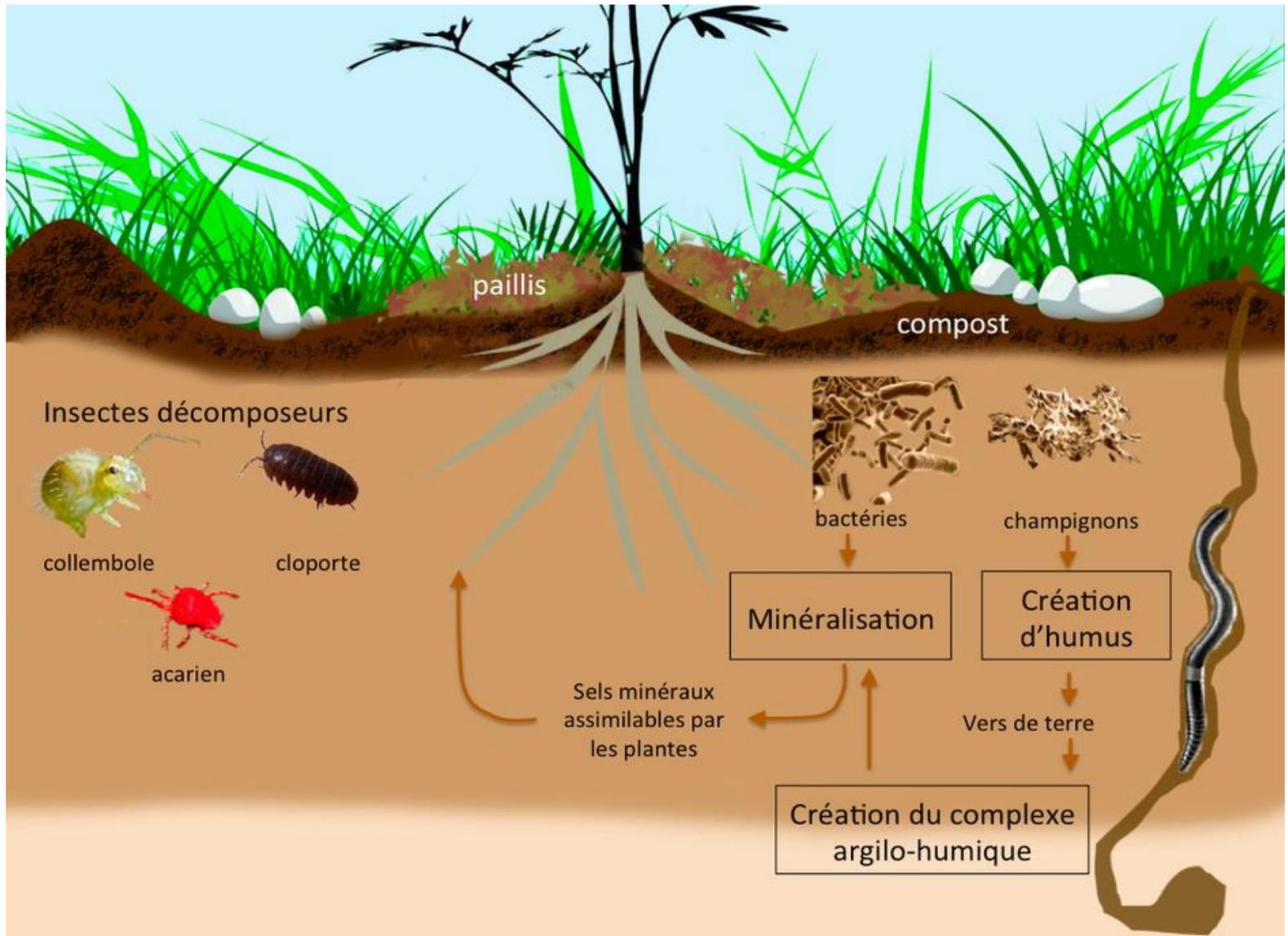
Répartition idéale des cations/cec



→ Le pont Calcium

- Echange entre charge positive et négative.
- Les charges négatives argile et humus peuvent attirer le Phosphate (P) qui va se fixer à travers le Calcium.





Diagnostic des sols

- Acidification des sols
- Déstructuration : compactions, semelles, érosion, battance
- Baisse des taux de MO
- Profondeur d'enracinement et densité racinaire faibles
- Mauvaise dégradation des matières organiques
- Salinisation des sols

Conséquences :

- Terres plus difficiles à travailler: Erosion, salinisation, etc.
- Nouvelles maladies sur les plantes : viroses, etc.
- Mauvaises herbes résistantes
- Insectes résistants
- Productivité difficile à maintenir: besoin de plus en plus d'intrants
- Moindres qualités nutritionnelles
- Rentabilité faible

Deux causes principales :

- **Déséquilibres minéraux**
- **Déséquilibres microbiologiques**

Les étapes de restauration de la fertilité des sols

Etape 1 : Ajuster le ratio Ca/Mg

Etape 2 : Corriger la saturation en Potassium et en sodium

Etape 3 = PH idéal (6,5)

Un peu d'acidité est nécessaire pour la disponibilité des minéraux

Etape 4 : Corriger le soufre et le Phosphore

Les conditions sont alors idéales pour la disponibilité des oligo éléments

Etape 5 : Enfin, corriger les niveaux d'oligo éléments

Les conditions optimales pour le développement racinaire et la vie du sol sont en place.

Etape 6 : Maintenant les engrais azotés peuvent être envisagés et si nécessaire les engrais foliaires.

Choisissez des engrais azotés qui améliorent la vie du sol.

Analyse de terre: comment prélever ?







ETAPE 3

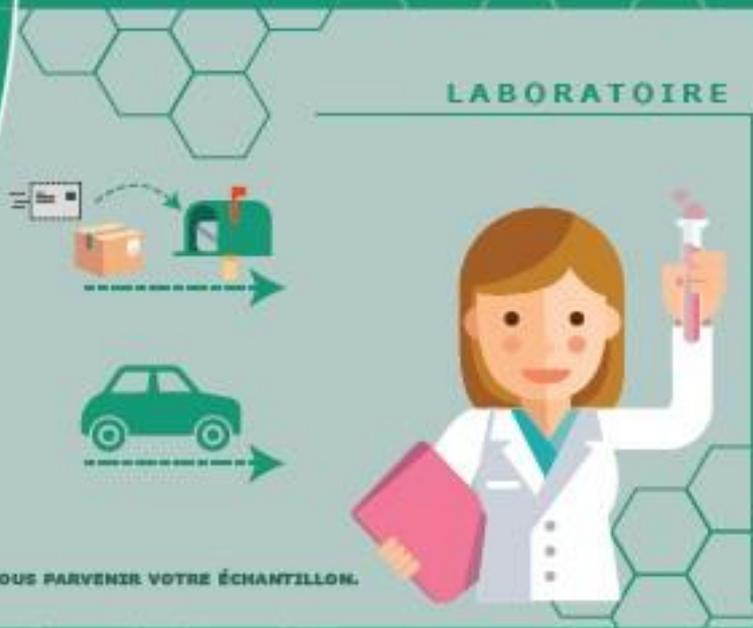
Mélanger soigneusement la terre et constituer un échantillon de $\pm 350g$ que vous mettrez dans un sachet propre et étanche. Apposer une étiquette sur votre sachet.

Remplir la fiche de renseignements (sur demande au laboratoire).

ETAPE 4

Fiche de renseignements	
_____	✓
_____	✓
_____	✓
_____	✓
_____	✓
_____	✓
_____	✓

LABORATOIRE



FAITES NOUS PARVENIR VOTRE ÉCHANTILLON.

ETAPE 5



Fiche de renseignements

 Province de Liège <small>Laboratoire</small>		FICHE DE RENSEIGNEMENTS JARDIN <small>STATION PROVINCIALE D'ANALYSES AGRICOLES</small> <small>membre de REGIASUD asbl spaa@provincdeliege.be</small> <small>Rue de Dinant, 110 B-4557 Tinkelt Tél : 04 - 279 38 00 Fax : 04 - 279 59 07</small>	
1. IDENTIFICATION ECHANTILLONS		Nombre d'échantillons	Date de prélèvement
Cadre réservé au laboratoire			
2. REF. LABORATOIRE		Date	Vica
3. DEMANDEUR		Téléphone	
Nom, prénom			
Rue, n°		C.M.	
CP, Localité		TVA BE	
Mail		N° Registre National	
Régime <input type="checkbox"/> F Facturation <input type="checkbox"/> TVA Linguistique <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> Réduction		Facturer à (si ≠ demandeur)	
Non assujéti à la TVA, demander votre carte de réduction pour une remise de 16% sur le prix TVAC.			
4. DONNEES UTILES AU CONSEIL			
Culture pour laquelle l'analyse est demandée		Culture précédente	Superficie (m ²)
Jardin potager <input type="checkbox"/> Jardin ornemental <input type="checkbox"/> Pelouse <input type="checkbox"/> Vigne <input type="checkbox"/> Verger <input type="checkbox"/> Autre <input type="checkbox"/>		Jardin potager <input type="checkbox"/> Jardin d'agrément <input type="checkbox"/> Pelouse <input type="checkbox"/> Vigne <input type="checkbox"/> Verger <input type="checkbox"/> Autre <input type="checkbox"/>	Profondeur de prélèvement (cm)
		Conseil bto	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
5. REMARQUES			
Référence des échantillons			
Localité du lieu de prélèvement			
6. ANALYSES Cocher toutes les cases pour lesquelles une analyse est demandée.			
Standard		15,40 € HTVA <input type="checkbox"/>	
EFNCO : acides totales % humus : Détermination du lieu d'humus suivant la méthode propre NRI - par défaut ou sur demande selon la méthode non accréditée Walkley-Black Besoin en chaux, avis de fumure			
Autres éléments disponibles		Extraction à l'acétate d'ammonium 0,5N + EDTA <input type="checkbox"/> Cu <input type="checkbox"/> Zn <input type="checkbox"/> Mn <input type="checkbox"/> Fe <input type="checkbox"/> Na <input type="checkbox"/> As <input type="checkbox"/> Co <input type="checkbox"/> Pb <input type="checkbox"/> 5,10 € HTVA/élément	
Bore : Extraction à l'eau chaude - réalisé par l'Institut provincial Ernest Meuvius 10,00 € HTVA <input type="checkbox"/>			
Calcium total - Calcium actif - Indice de Pouvoir Chimique (calculé sur base du Fe disponible (veuillez cocher la case) et du calcium actif)		10,00 € HTVA <input type="checkbox"/>	
Azote total		Azote total selon la méthode Kjeldahl (azote organique + azote ammoniacal) 14,40 € HTVA <input type="checkbox"/>	
pH eau		Acidité active du sol 5,10 € HTVA <input type="checkbox"/>	
CEC		Capacité d'échange cationique 14,40 € HTVA <input type="checkbox"/>	
Texture simple		% argile, % limon, % sable 14,40 € HTVA <input type="checkbox"/>	
Texture complète		% argile, % limons (grossiers et fins), % sables (très grossiers à très fins) 26,80 € HTVA <input type="checkbox"/>	
Éléments toxiques		Éléments traces métalliques (ETM) et autres éléments toxiques - réalisé par l'Institut provincial Ernest Meuvius	
		1 à 4 éléments : 10,00 € HTVA/élément <input type="checkbox"/>	
		> 5 éléments : 50,00 € HTVA <input type="checkbox"/>	
Autres (préciser) :			
<small>Les méthodes de prélèvement et d'analyse sous accréditation ainsi que leurs incertitudes sont disponibles sur demande à la SPAA (spaa@provincdeliege.be ou 04279.38.00) - SPAA-SE-ONG-095</small> <small>La SPAA s'engage à respecter les dispositions du Règlement général européen sur la protection des données n°2016/679 (RGPD) ainsi que la législation belge relative à la protection de la vie privée. Toute information complémentaire est disponible sur le document SPAA-SE-010-037 (Charte RGPD relative au traitement des données à caractère personnel) qui peut être obtenue auprès des agents de la SPAA (spaa@provincdeliege.be ou 04279.38.00). Aucune donnée ne sera diffusée à des tiers non concernés par cette prestation sauf lorsque le laboratoire est tenu par la loi ou autorisé par des dispositions contractuelles à divulguer des résultats.</small> <small>En signant, le client s'engage à accepter les conditions telles que reprises sur le présent document.</small>			
7. SIGNATURE			
Méthode accréditée, ZELAC n° 402-TEST			

1. IDENTIFICATION ECHANTILLONS

Nombre
d'échantillons

Date de prélèvement

Cadre réservé au laboratoire

2. REF. LABORATOIRE

Date

Visa

3. DEMANDEUR

Nom, prénom

Téléphone

Rue, n°

GSM

CP, Localité

TVA

Mail

N° Registre
National

Régime
linguistique

 F
 N
 D

Facturation

 TVA
 Réduction

Facturer à
(si ≠ demandeur)

Non assujetti à la TVA, demander votre carte de réduction pour une remise de 15% sur le prix TVAC.

4. DONNEES UTILES AU CONSEIL

Culture pour laquelle l'analyse est demandée

Jardin potager

Jardin d'agrément

Pelouse

Vigne

Verger

Autre

Culture précédente

Jardin potager

Jardin d'agrément

Pelouse

Vigne

Verger

Autre

Superficie (m²)

Profondeur de
prélèvement (cm)

Conseil
bio

Oui

Non

5. REMARQUES

Référence des échantillons

Localité du lieu
de prélèvement

6. ANALYSES Cocher toutes les cases pour lesquelles une analyse est demandée.

Standard	Eléments disponibles extraits à l'acétate d'ammonium 0,5N + EDTA (phosphore, potassium, magnésium, calcium), # pHKCl : acidité totale % humus : Détermination du taux d'humus suivant la méthode propre NIR-par défaut ou sur demande selon la méthode non accréditée Walkley-Black Besoin en chaux, avis de fumure	15.40 € HTVA	<input type="checkbox"/>
Autres éléments disponibles	Extraction à l'acétate d'ammonium 0,5N + EDTA Bore : Extraction à l'eau chaude - réalisé par l'Institut provincial Ernest Malvoz	5.10 € HTVA/élément	<input type="checkbox"/> Cu <input type="checkbox"/> Zn <input type="checkbox"/> Mn <input type="checkbox"/> Fe <input type="checkbox"/> Na <input type="checkbox"/> As <input type="checkbox"/> Cd <input type="checkbox"/> Pb
Calcaire total - Calcaire actif - Indice de Pouvoir Chlorosant (calculé sur base du Fe disponible (veuillez cocher la case) et du calcaire actif)		10.00 € HTVA	<input type="checkbox"/>
Azote total	Azote total selon la méthode Kjeldhal (azote organique + azote ammoniacal)	14.40 € HTVA	<input type="checkbox"/>
pH eau	# Acidité active du sol	5.10 € HTVA	<input type="checkbox"/>
CEC	Capacité d'échange cationique	14.40 € HTVA	<input type="checkbox"/>
Texture simple	% argile, % limon, % sable	14.40 € HTVA	<input type="checkbox"/>
Texture complète	% argile, % limons (grossiers et fins), % sables (très grossiers à très fins)	28.80 € HTVA	<input type="checkbox"/>
Eléments totaux	Eléments traces métalliques (ETM) et autres éléments totaux - réalisé par l'Institut provincial Ernest Malvoz # Teneur pondérale en matière sèche et en eau - Méthode gravimétrique <input type="checkbox"/> As <input type="checkbox"/> Cd <input type="checkbox"/> Cr <input type="checkbox"/> Cu <input type="checkbox"/> Hg <input type="checkbox"/> Ni <input type="checkbox"/> Pb <input type="checkbox"/> Zn <input type="checkbox"/> Mn <input type="checkbox"/> Mo <input type="checkbox"/> Fe <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> Autres	1 à 4 éléments: 10.00 € HTVA/élément > 5 éléments: 50.00 € HTVA	<input type="checkbox"/>
Autres (préciser)	<div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>		

Les méthodes de prélèvement et d'analyses sous accréditation ainsi que leurs incertitudes sont disponibles sur demande à la SPAA (spaa@provincedeliege.be ou 04/279.38.00) : SPAA-SE-ORG-095.

Prélèvement :

Le prélèvement est réalisé par vos soins. La fiche de renseignements est disponible sur demande à la SPAA.

Commentaires en lien avec le prélèvement :

Résultats analytiques

<u>Zone :</u>	<u>pH KCl : #</u>	5.46		Légèrement acide	<u>pH acétate :</u>	6.49
JA 381	<u>Humus (%) :</u>	6.7		Élevé	<u>Taux d'argile (%) :</u> Nir	17.07
19J0381	* <u>Nt (g/kg) :</u>	3.0			* <u>CEC (cmol/kg) :</u>	8.9
	<u>P (mg/100g) :</u>	3.2		Bon	<u>Rapport C/N :</u>	11.0
	<u>K (mg/100g) :</u>	3.9		Faible	Bonne minéralisation	
	<u>Mg (mg/100g) :</u>	3.8		Faible	<u>Rapport K/Mg :</u>	1.0
	<u>Ca (mg/100g) :</u>	179		Élevé	Rapport correct	
					<u>Rapport Ca/Mg :</u>	46.6
					Rapport correct	

pHKCl - pHeau : méthode dérivée de la norme ISO 10390 (selon l'instruction de travail SPAA-IT-SOL-004)

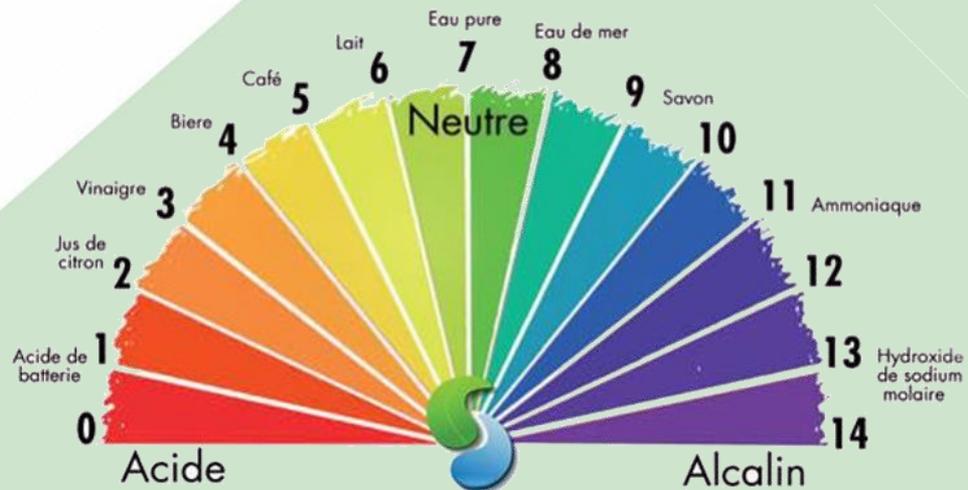
Humus : méthode Walklev-Black, dérivée de la norme ISO 14235. Taux d'humus = Taux de carbone x 2



Province
de Liège

Agriculture

Le pH



Projet Noé/Noah

Le pH du sol - CHAULAGE

pH KCl ⁴ :	6,21	X	Neutre	pH acétate ¹⁹ :	6,90
Humus (%) ⁶ :	2,2	X	Faible	Taux d'argile (%) ²⁴ :	27,17
P (mg/100g) ¹⁰ :	1,3	X	Faible	CEC (cmol/kg) ²¹ :	10,4
K (mg/100g) ¹¹ :	11,7	X	Faible	<u>Rapport C/N :</u>	
Mg (mg/100g) ¹¹ :	10,0	X	Bon	<u>Rapport K/Mg :</u>	1,2
Ca (mg/100g) ¹¹ :	213	X	Élevé	Rapport correct	
<hr/>					
pH Eau ⁴ :	7,19	X	Neutre	<u>Rapport Ca/Mg :</u>	21,2
				Rapport correct	

→ Interprétation du pH

pH	Qualification du sol
< 4.5	Très acide
4.5 ≤ < 5.3	Acide
5.3 ≤ < 6.2	Légèrement acide
6.2 ≤ < 6.8	Neutre
6.8 ≤ < 7.2	Légèrement basique
≥ 7.2	Basique

Conseil de fumure pour 2 saisons culturales

Culture à fertiliser :

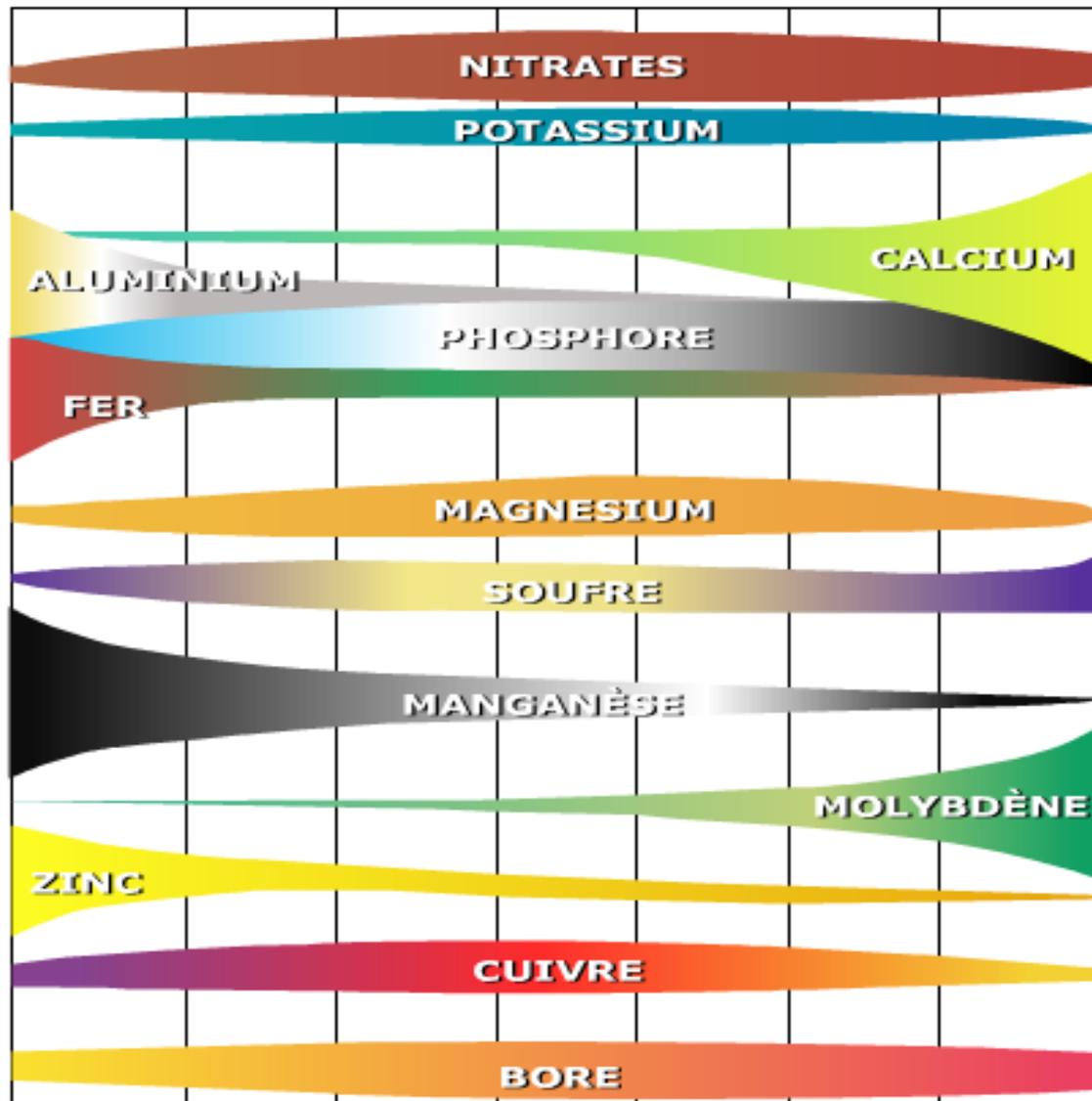
Jardin potager

Apport pour 1 are :	Acide phosphorique Kg P2O5	Potasse Kg K2O	Magnésie Kg MgO	Azote Kg N	Chaux vive VN
19J0381	1.3	8.0	1.3	1.5	16.5

Calendrier d'épandage pour 25 are : Conseil biologique

	Printemps 2019	Eté 2019	Automne 2019	Printemps 2020	Eté 2020	Automne 2020
Poudre de corne (13% N)	144.2 Kg			144.2 Kg		
Poudre d'os (13% P)			125 Kg			125 Kg
Vinasse (40% K)	125 Kg		125 Kg			250 Kg
Algue marine (50 VN - 5% Mg)	162.5 Kg		162.5 Kg			325 Kg
Chaux agricole (50VN)	43.8 Kg		43.8 Kg			87.5 Kg

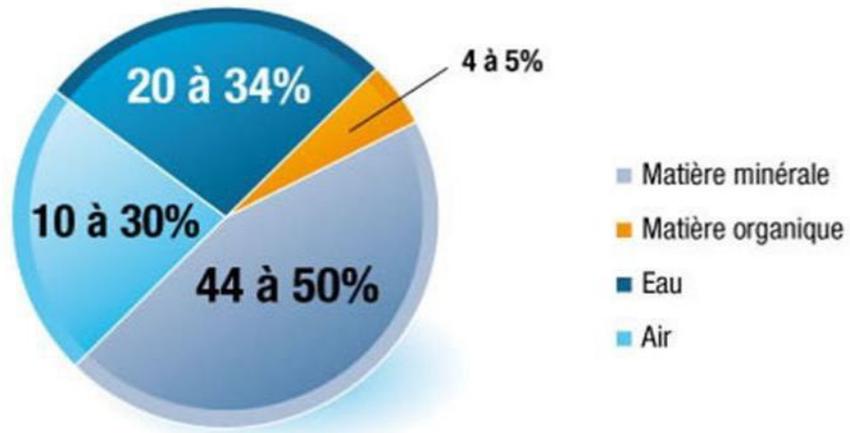
3.0 4.0 5.0 6.0 7.0 8.0 9.0 10.0



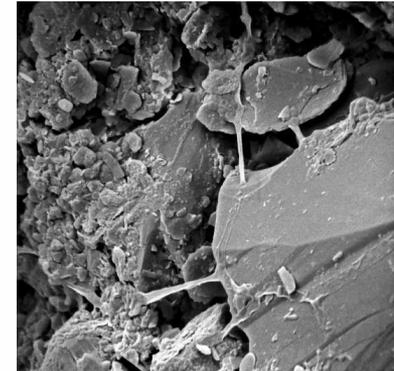
La matière organique



La matière organique du sol

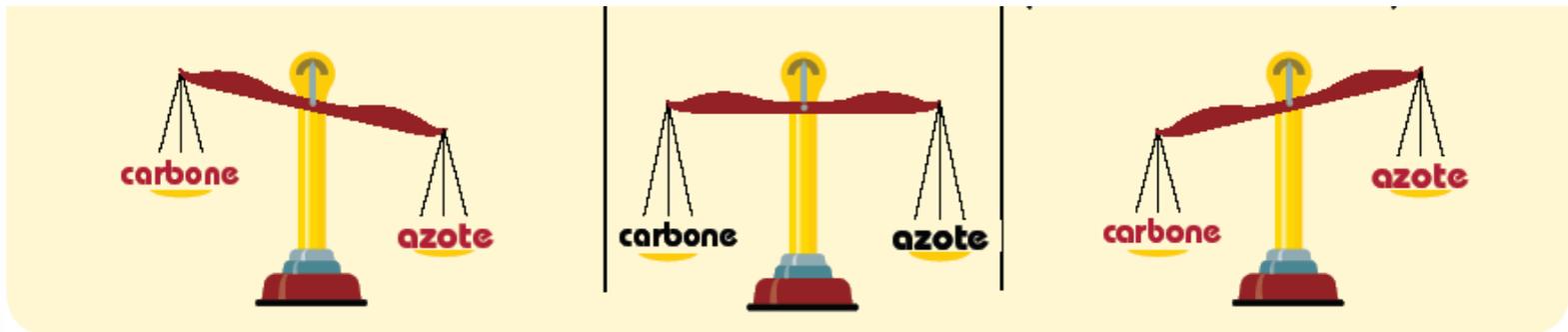


© UNIFA



Zone :	pH KCl ⁴ :	#	6.34		Neutre
	Humus (%) ⁶ :		10.5		Élevé
JA 99	Nt (g/kg) ⁹ :		3.8		
20J0099	P (mg/100g) ¹⁰ :		29.8		Élevé
	K (mg/100g) ¹¹ :		40.3		Élevé
	Mg (mg/100g) ¹¹ :		17.8		Bon
	Ca (mg/100g) ¹¹ :		326		Élevé

pH acétate ¹⁹ :	6.65
Taux d'argile (%) ²⁴ :	18.62
CEC (cmol/kg) ²¹ :	16.0
Rapport C/N :	14.0
Minéralisation ralentie	
Rapport K/Mg :	2.3
Risque de carence en Mg	
Rapport Ca/Mg :	18.3
Rapport correct	



Minéralisation excessive

Bonne minéralisation

Minéralisation ralentie

Formule: $10,5:2=5,25:0,38\%= 13,81 \rightarrow 14.0$

Conseil de fumure pour 2 saisons culturales

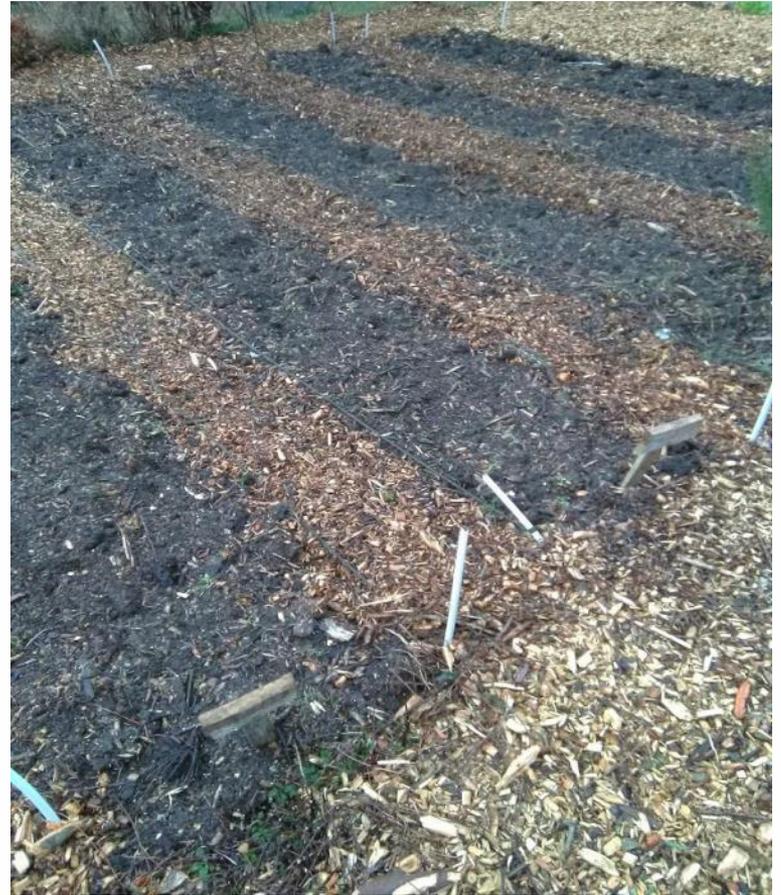
Culture à fertiliser :

Jardin potager

Apport pour 1 are :	Acide phosphorique Kg P2O5	Potasse Kg K2O	Magnésie Kg MgO	Azote Kg N	Chaux vive VN
19J0381	1.3	8.0	1.3	1.5	16.5

Calendrier d'épandage pour 25 are : Conseil biologique

	Printemps 2019	Eté 2019	Automne 2019	Printemps 2020	Eté 2020	Automne 2020
Poudre de corne (13% N)	144.2 Kg			144.2 Kg		
Poudre d'os (13% P)			125 Kg			125 Kg
Vinasse (40% K)	125 Kg		125 Kg			250 Kg
Algue marine (50 VN - 5% Mg)	162.5 Kg		162.5 Kg			325 Kg
Chaux agricole (50VN)	43.8 Kg		43.8 Kg			87.5 Kg

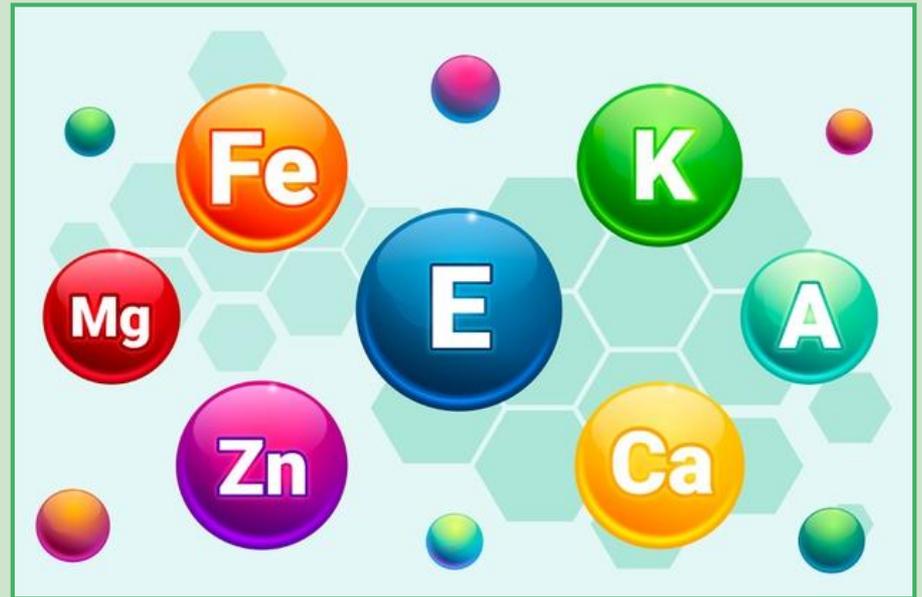




Province
de Liège

Agriculture

Les éléments minéraux



Les éléments minéraux

Zone :	pH KCl ⁴ :	#	6.34	X	Neutre
	Humus (%) ⁶ :		10.5	X	Élevé
JÀ 99	Nt (g/kg) ⁹ :		3.8		
20J0099	P (mg/100g) ¹⁰ :		29.8	X	Élevé
	K (mg/100g) ¹¹ :		40.3	X	Élevé
	Mg (mg/100g) ¹¹ :		17.8	X	Bon
	Ca (mg/100g) ¹¹ :		326	X	Élevé

pH acétate ¹⁹ :	6.65
Taux d'argile (%) ²⁴ :	18.62
CEC (cmol/kg) ²¹ :	16.0
Rapport C/N :	14.0
Minéralisation ralentie	
Rapport K/Mg :	2.3
Risque de carence en Mg	
Rapport Ca/Mg :	18.3
Rapport correct	



- Phosphore: de 5 à 3 mg suivant sol léger ou lourd (% argile)
- Potassium: 20 mg (cec humus et % argile)
- Magnésium: 15 mg
- Calcium: 100mg > ph
- Argile: 20 %
- CEC: 12.0 cmol
- Rapport K/Mg: $K : Mg = \text{Division}$
- Rapport Ca/Mg: $Ca : Mg = \text{Division}$

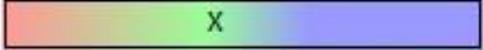
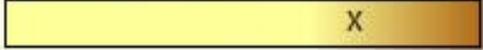
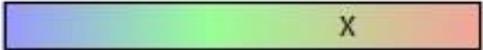
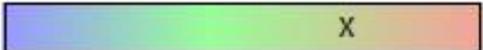


Rapport K/Mg

K/Mg > 2 : risque de carence en Mg
K/Mg < 1 : risque de carence en K

Rapport Ca/Mg

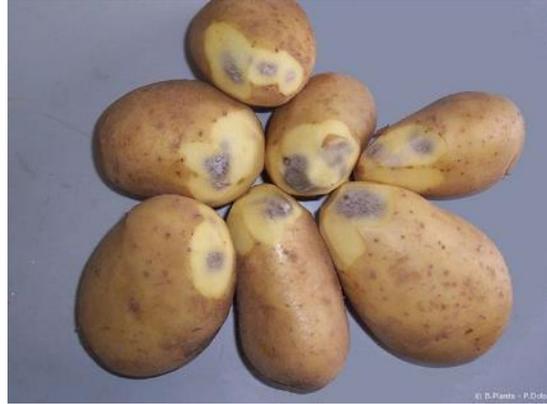
Ca/Mg > 50 : risque de carence en Mg

Zone :	pH KCl ⁴ :	#	6.34		Neutre
	Humus (%) ⁶ :		10.5		Élevé
JA 99	Nt (g/kg) ⁹ :		3.8		
20J0099	P (mg/100g) ¹⁰ :		29.8		Élevé
	K (mg/100g) ¹¹ :		40.3		Élevé
	Mg (mg/100g) ¹¹ :		17.8		Bon
	Ca (mg/100g) ¹¹ :		326		Élevé

pH acétate ¹⁹ :	6.65
Taux d'argile (%) ²⁴ :	18.62
CEC (cmol/kg) ²¹ :	16.0
Rapport C/N :	14.0
Minéralisation ralentie	
Rapport K/Mg :	2.3
Risque de carence en Mg	
Rapport Ca/Mg :	18.3
Rapport correct	



© Arvalis - Carence K



© B. Plants - Carence K



© Mapaq - Carence K



© Ephytia - Carence Mg



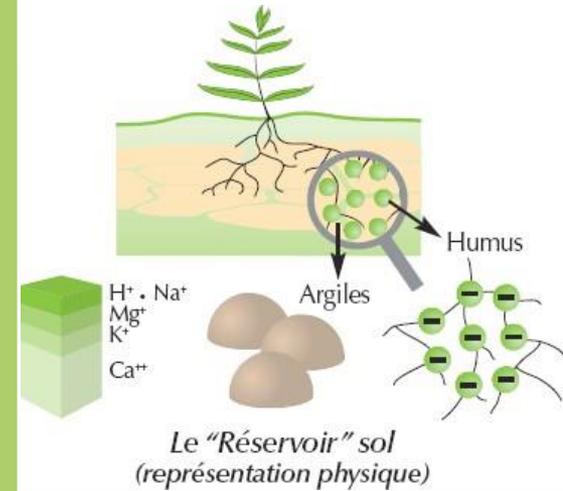
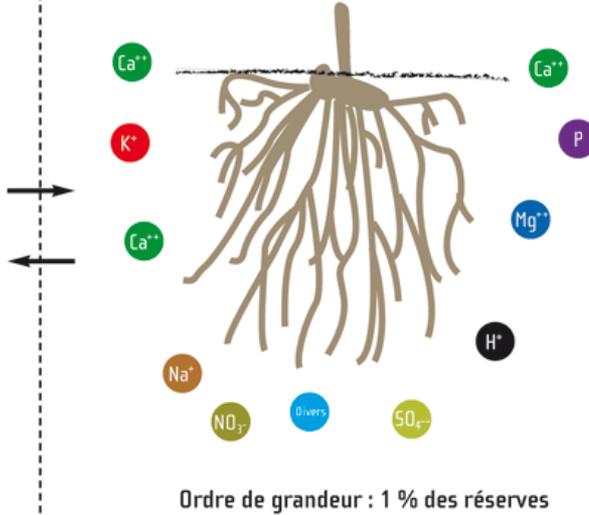
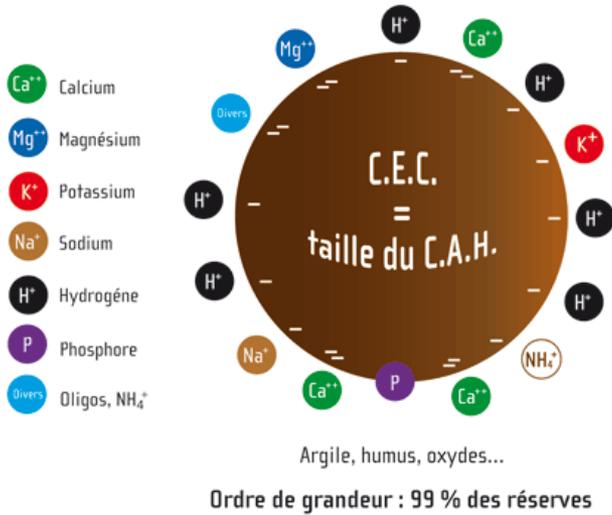
© Scot Nelson - Carence Ca



© Ephytia - Carence Ca

Complexe Argilo-Humique

Solution du sol



→ Interprétation du K, Mg et Ca...CEC

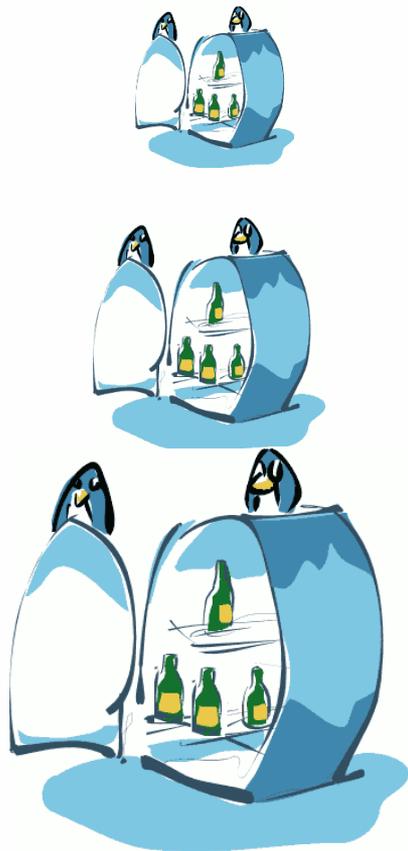


Faible potentiel
 Pas de réserve importante possible
 Mais réserve facilement disponible



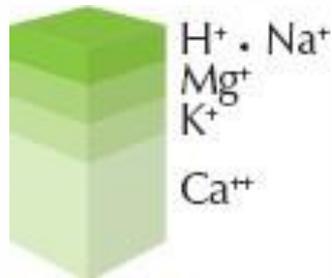
Potentiel important
 Réserve importante
 Mais libération moins aisée des éléments

→ Interprétation du K, Mg et Ca...CEC (capacité du frigo)

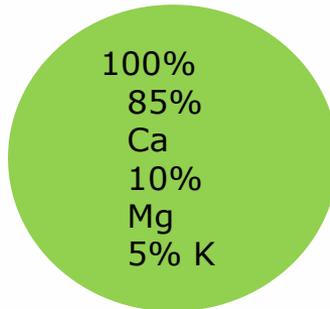


pH KCl :	5.78	X	Légèrement acide	pH acétate :	6.63
Humus (%) :	2.9	X	Satisfaisant	Taux d'argile (%) : ^{llir}	13.49
* Nt (g/kg) :	1.5			CEC (cmol/kg) :	9.1
P (mg/100g) :	8.8	X	Élevé	Rapport C/N :	10.0
K (mg/100g) :	18.4	X	Elevé	Bonne minéralisation	
Mg (mg/100g) :	14.0	X	Elevé	Rapport K/Mg :	1.3
Ca (mg/100g) :	177	X	Elevé	Rapport correct	
* Humus (%) :	10.5	X	Trop élevé	Rapport Ca/Mg :	12.7
* Nt (g/kg) :	3.6			Rapport correct	
P (mg/100g) :	12.5	X	Élevé	Taux d'argile (%) : ^{llir}	17.35
K (mg/100g) :	18.0	X	Bon	CEC (cmol/kg) :	12.3
Mg (mg/100g) :	25.8	X	Elevé	Rapport C/N :	15.0
pH KCl :	5.03	X	Acide	Minéralisation ralentie	
* Humus (%) :	11.7	X	Élevé	Rapport K/Mg :	0.7
Nt (g/kg) :				Risque de carence en K	
P (mg/100g) :	3.1	X	Bon	Rapport Ca/Mg :	7.7
K (mg/100g) :	17.9	X	Faible	pH acétate :	6.16
Mg (mg/100g) :	15.6	X	Bon	Taux d'argile (%) : ^{llir}	30.92
Ca (mg/100g) :	169	X	Bon	CEC (cmol/kg) :	27.4
				Rapport C/N :	
				Rapport K/Mg :	1.1
				Rapport correct	
				Rapport Ca/Mg :	10.8
				Rapport correct	

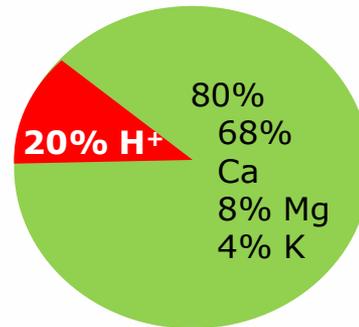
- Interprétation du K, Mg et Ca...CEC (capacité du frigo)
- Enrichir en fonction de la capacité de notre frigo !



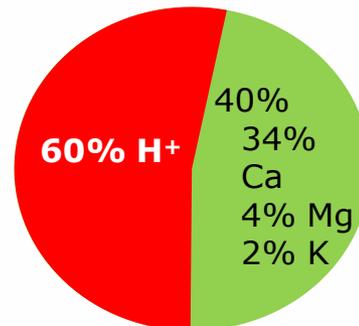
Niveau TRES ELEVE



Niveau BON



Niveau TRES BAS



Conseil de fumure pour 2 saisons culturales

Culture à fertiliser :

Jardin potager

Apport pour 1 are :	Acide phosphorique Kg P2O5	Potasse Kg K2O	Magnésie Kg MgO	Azote Kg N	Chaux vive VN
19J0381	1.3	8.0	1.3	1.5	16.5

Calendrier d'épandage pour 25 are : Conseil biologique

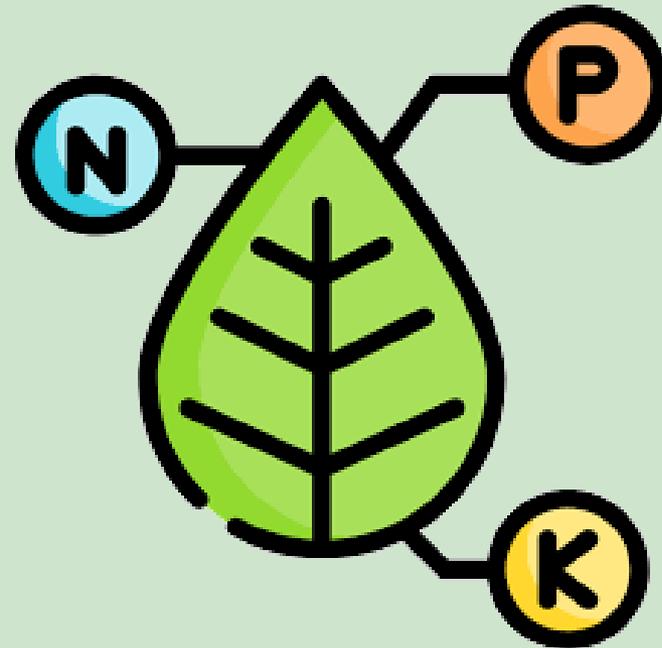
	Printemps 2019	Eté 2019	Automne 2019	Printemps 2020	Eté 2020	Automne 2020
Poudre de corne (13% N)	144.2 Kg			144.2 Kg		
Poudre d'os (13% P)			125 Kg			125 Kg
Vinasse (40% K)	125 Kg		125 Kg			250 Kg
Algue marine (50 VN - 5% Mg)	162.5 Kg		162.5 Kg			325 Kg
Chaux agricole (50VN)	43.8 Kg		43.8 Kg			87.5 Kg



Province
de Liège

Agriculture

Les apports



Projet Noé/Noah

Les apports

N



Azote

P



Phosphore

K



Potassium

Engrais pour tomates
Engrais pour potager
Engrais pour pommes de terre

...



!!!! RESPECT DES EQUILIBRES !!!!

N - P - K
10 - 12 - 16

Soit pour 1 kg d'engrais,
100 g d'azote, 120 g de
P et 160 g de K

Fumier de cheval

N - P - K
0.6 - 0.5 - 0.8

→ Soit pour 10 kg, 60 g d'azote, 50 g de phosphore et 80 g de potasse

Disponibilité de l'azote = 0.2, soit 12 g pour 10 kg





Province
de Liège

Agriculture

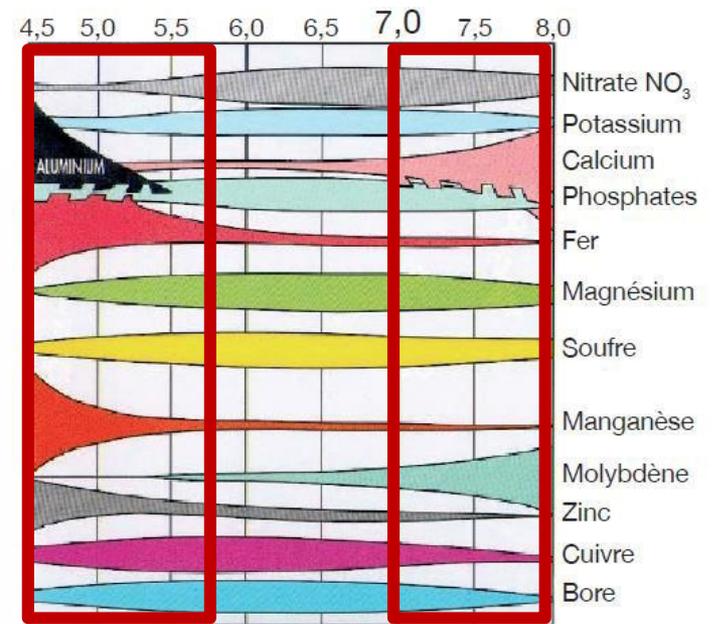
Les oligo-éléments



Projet Noé/Noah

Les oligo-éléments

Cu (mg/kg) :	15.2		Elevé
Zn (mg/kg) :	189.8		Elevé
Mn (mg/kg)	106.6		Bon
Fe (mg/kg) :	466.8		Elevé
B (mg/kg) :	1.08		Elevée



© irda – Carence Bore



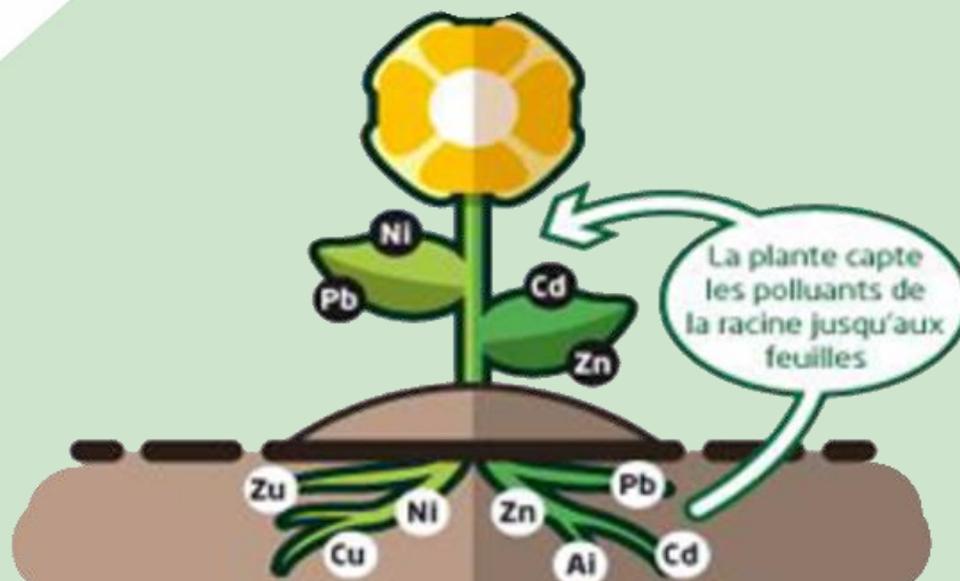
© Gerbeaud - Chlorose Fer



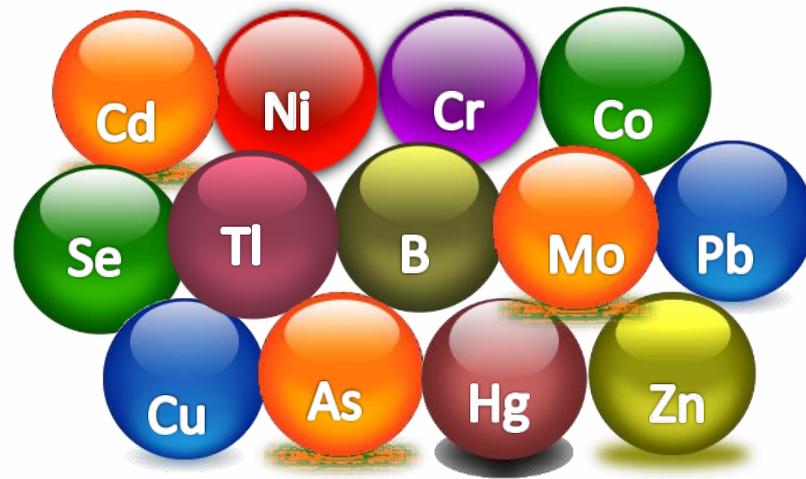
Province
de Liège

Agriculture

Les métaux



Les métaux



Éléments chimiques qui sont présents dans le sol à une concentration inférieure à 1000 mg.kg ou 0.1 % de la croûte terrestre.

Potentiellement toxiques.

Résultats analytiques

Métaux/métalloïdes du Décret sol (M.B. 22.03.2018)		Valeur seuil (VS) (mg/kg TS) Usage agricole
Arsenic (mg/kg TS) ²⁹ :	43,00	30,00
Cadmium (mg/kg TS) ²⁹ :	11,00	1,80
Chrome (mg/kg TS) ²⁹ :	84,00	57,00
Cuivre (mg/kg TS) ²⁹ :	830,00	53,00
Mercure (mg/kg TS) ²⁹ :	2,00	1,10
Nickel (mg/kg TS) ²⁹ :	57,00	87,00
Plomb (mg/kg TS) ²⁹ :	1.000,00	200,00
Zinc (mg/kg TS) ²⁹ :	3.000,00	196,00

Teneurs en métaux lourds sont fonction du type d'usage

Caractéristiques physico-chimiques

pH KCl ⁴ :	6,36		Neutre
Humus (%) ⁶ :	15,4		Trop élevé
Fer total (mg/kg TS) ³⁰ :	31.890,50		

Mobilité influencée par le pH et le taux d'humus

Résultats analytiques

: Essais accrédités

<u>Arsenic (mg/kg TS) :</u>	< 10	VR : 12	VS : 30	VI : 265	X
<u>Cadmium (mg/kg TS) :</u>	1,60	VR : 0.2	VS : 1	VI : 10	X
<u>Chrome (mg/kg TS) :</u>	33,00	VR : 34	VS : 85	VI : 175	X
<u>Cuivre (mg/kg TS) :</u>	19,00	VR : 14	VS : 50	VI : 145	X
<u>Mercure (mg/kg TS) :</u>	< 0.5	VR : 0.05	VS : 1	VI : 6	X
<u>Nickel (mg/kg TS) :</u>	15,00	VR : 24	VS : 65	VI : 200	X
<u>Plomb (mg/kg TS) :</u>	64,00	VR : 25	VS : 200	VI : 400	X
<u>Zinc (mg/kg TS) :</u>	200,00	VR : 67	VS : 155	VI : 300	X
<u>Molybdène (mg/kg TS) :</u>	< 10				
<u>Manganèse (mg/kg TS) :</u>	730,00				
<u>Cobalt (mg/kg TS) :</u>					

Tolérance de la partie consommée de quelques plantes vis-à-vis des éléments traces métalliques (à titre indicatif) :

Plantes	Cadmium	Cuivre	Nickel	Plomb	Zinc
Fortement accumulatrices (FBC>1)	ail, céleri-rave, chicorée, ciboule, épinard, laitue	céleri-rave, chicorée, haricot sec, tomate	chicorée, chou chinois		betterave rouge, céleri-rave, chicorée, chou chinois, épinard, haricot sec, poivron
Moyennement accumulatrices (FBC<1)	bette (carde), chou chinois, endive, oignon de printemps, poirier	épinard	haricot sec		laitue, oignon de printemps
Faiblement accumulatrices (FBC<0.5)	Betterave rouge, brocoli, carotte (pelée), céleri à côtes, chou, navet, oignon, pêcher, persil, poireau, pois, pomme de terre, pommier, potiron, radis, tomate	Bette (carde), betterave, rouge, carotte (pelée), chou, chou chinois, endive, haricot, laitue, oignon de printemps, pêcher, poireau, poirier, pois, poivron, pomme de terre, pommier	Endive, épinard, pomme de terre, tomate	Chou chinois, ciboule, poivron	Bette (carde), carotte (pelée), chou, endive, haricot, oignon, pêcher, persil, poireau, pois, pomme de terre, radis, tomate
Très faiblement accumulatrices (FBC<0.1)	Artichaut, aubergine, chou frisé, chou rouge, chou-fleur, courgette, courge, fenouil, fève, fraisier, haricot, haricot sec, poivron, vigne	Chou rouge, chou-fleur, oignon, persil, radis	Bette (carde), carotte, chou, haricot, pêcher, poirier, pommier, radis	Artichaut, aubergine, bette (carde), betterave rouge, brocoli, carotte (pelée), céleri à côtes, céleri-rave, cenisier, chicorée, chou, chou frisée, chou rave, chou rouge, chou-fleur, concombre, cornichon, coriandre, courgette, courge, endive, épinard, fenouil, fève, fraisier, haricot, haricot sec, laitue, menthe, mûre, navet, oignon, oignon de printemps, pêcher, persil, poireau, poirier, pois, pomme de terre, pommier, radis, rhubarbe, tomate,	Chou frisé, chou rouge, chou-fleur, courgette, courge, fève, navet, poirier, pommier

Le travail du sol

- Labour ou non labour ?
- Mécanisation ou manuel ?
- Travail sur sol vivant ?
- Paillages ou pas ?
- Si oui, de quel type ?

→ L'horreur



→ Semis sous couvert





→ Sol vivant



→ Sol vidé



→ Même en serre



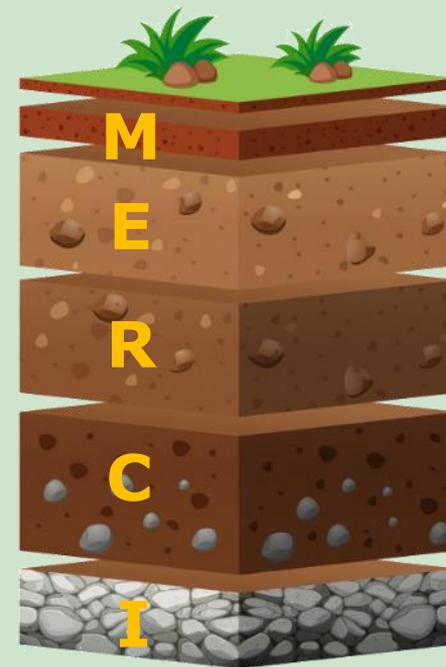
→ Bio intensif



→ Paillages



Merci de votre attention



Projet Noé/Noah