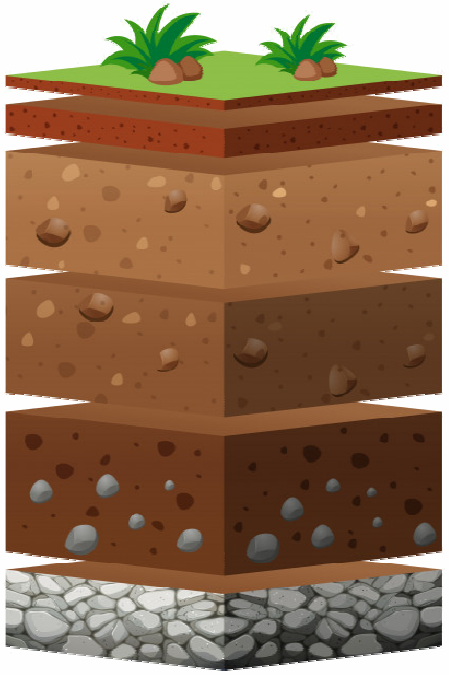
Atelier N°4

Introduction à la connaissance du sol



Projet Noé/Noah

Province de Liège
Agriculture

Interreg
Grande Région | Großregion
NOE-NOAH

Wallonie

Nos partenaires

Ville de Differdange

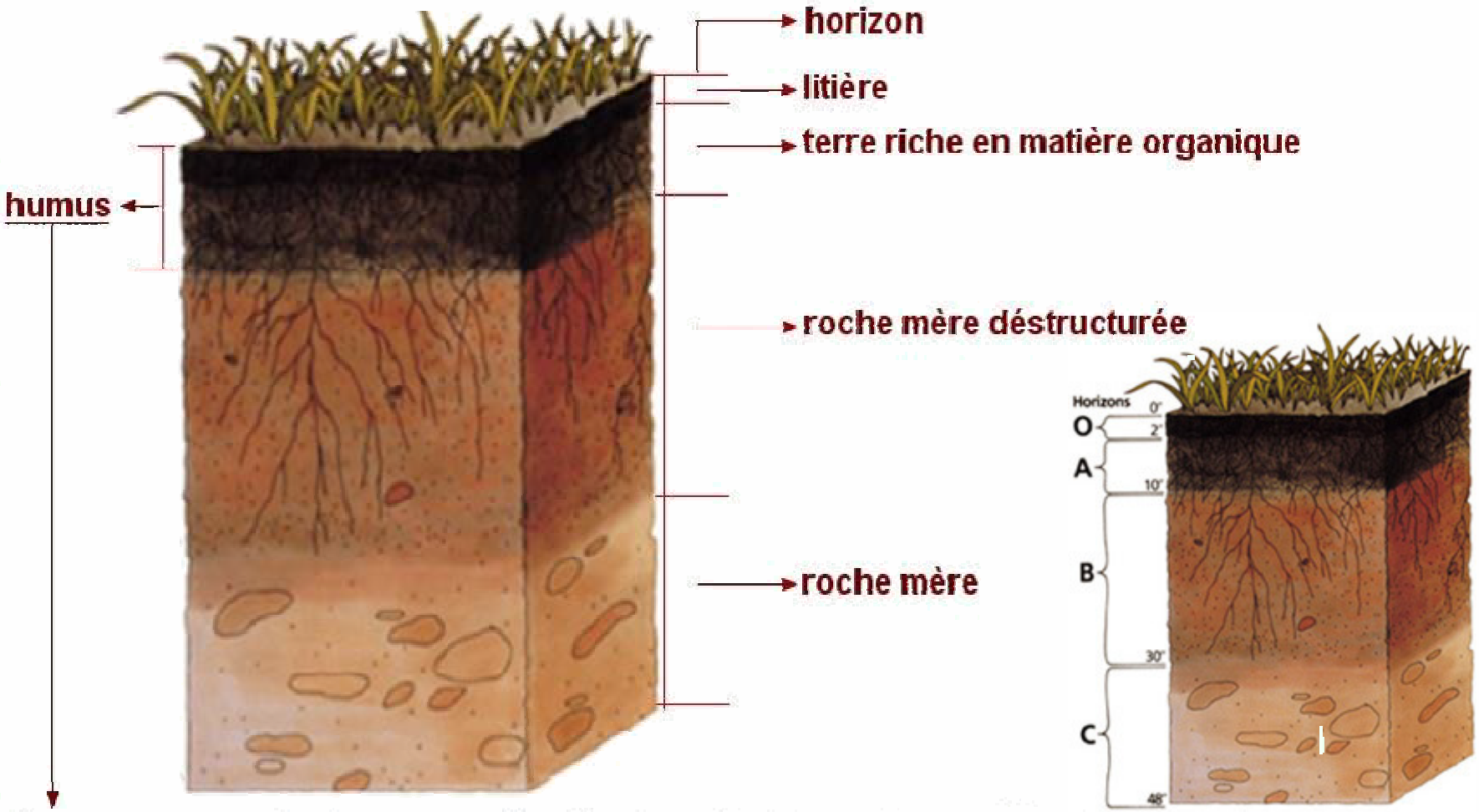
Parc naturel Hautes Fagnes Eifel Naturpark Hohes Venn Eifel

Jardin Ressources

natagora

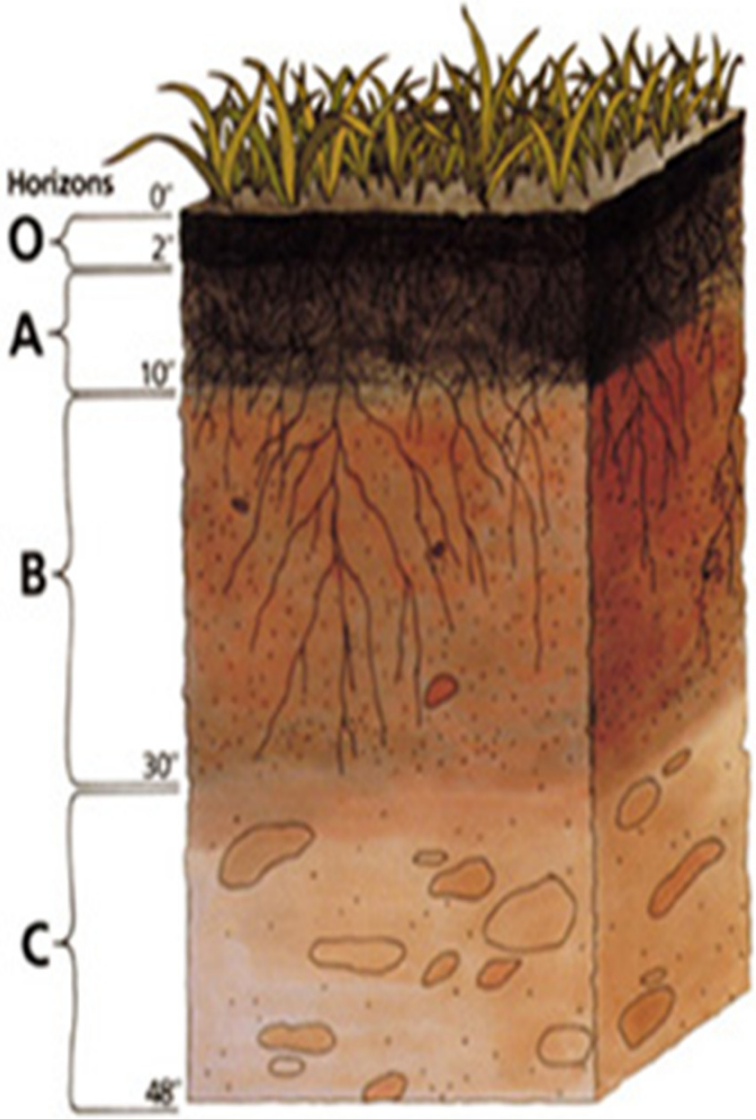
Intradel

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.



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.

→ 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

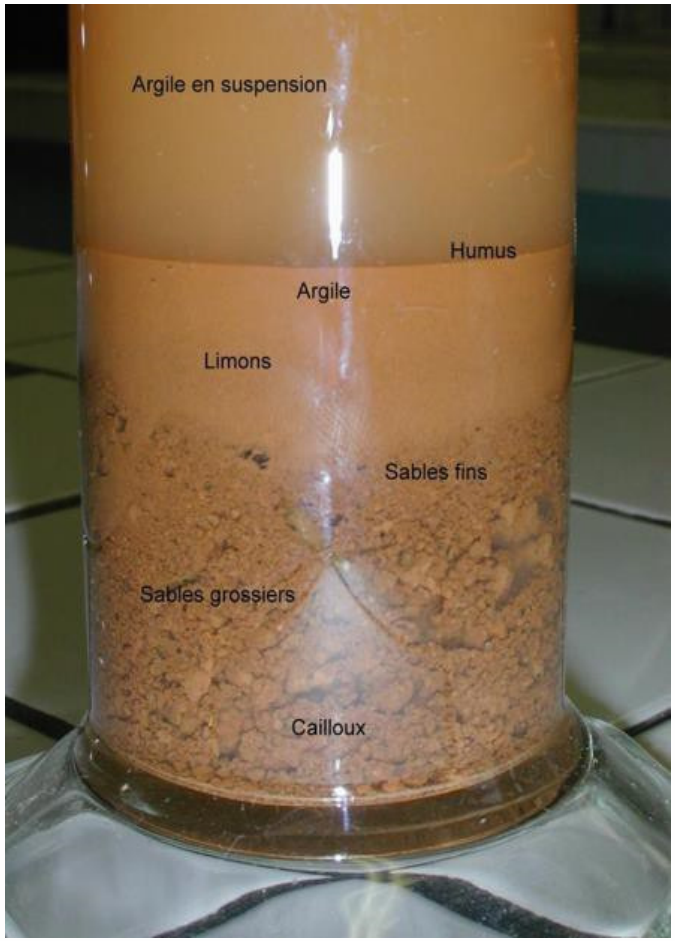
→ La silice est le constituant majeur de la croûte sous forme de silicates.

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.**

Analyse physique – la texture du sol



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

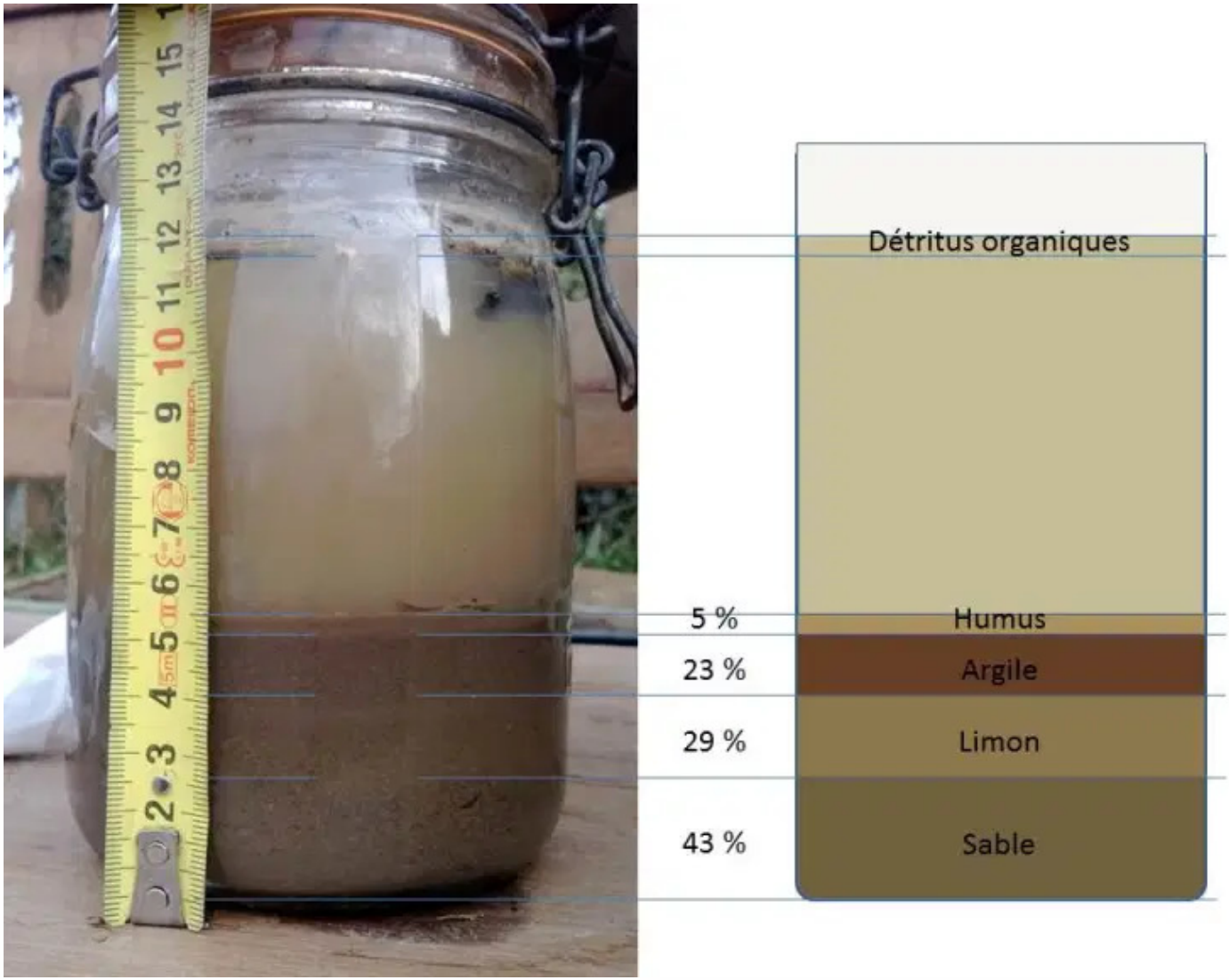
Proportion:

- Eléments 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

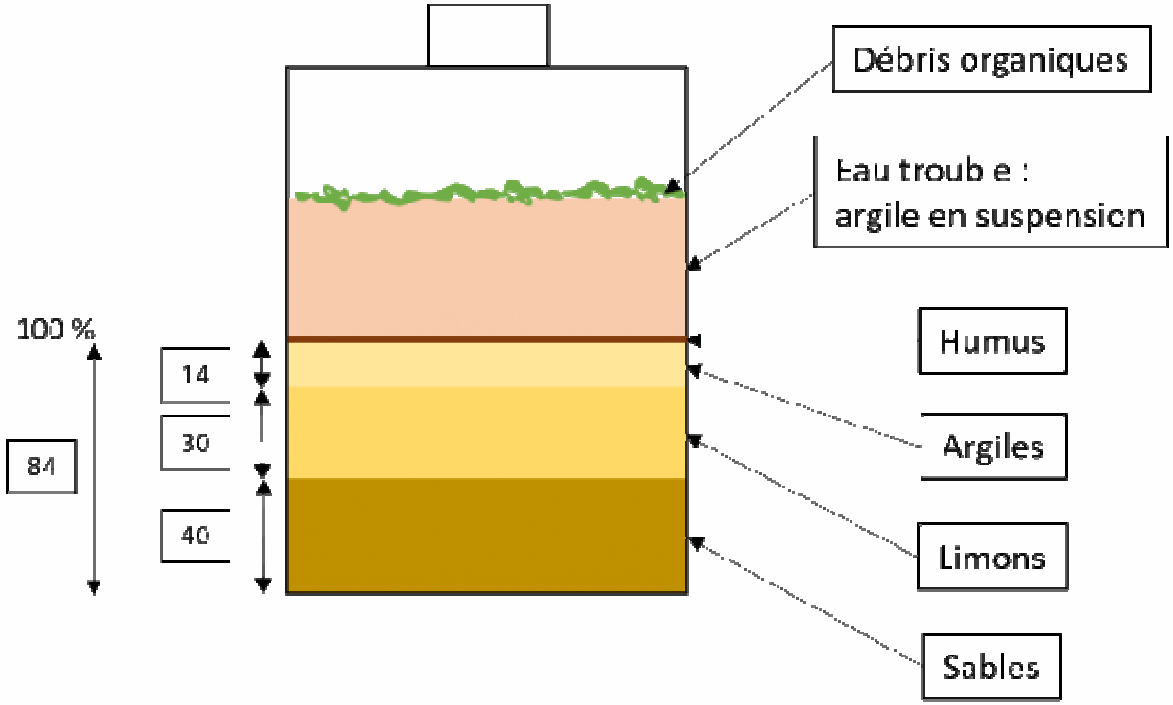
- Enlever les débris de la surface et les 2 premiers cm de terre.
- Prélever un échantillon pour remplir maximum la moitié de la bouteille en verre.
- Ajouter de l'eau jusqu'aux 2/3 de la bouteille.
- Boucher et secouez vigoureusement.
- Laisser sédimenter quelques jours.
- Noter au feutre les niveaux 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.

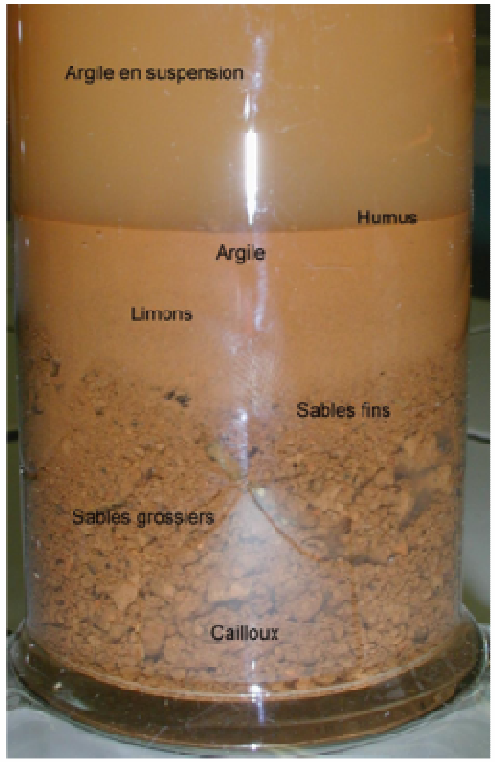

Détritus organiques
5 %
Humus
23 %
Argile
29 %
Limon
43 %
Sable

Exemple de résultat

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

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



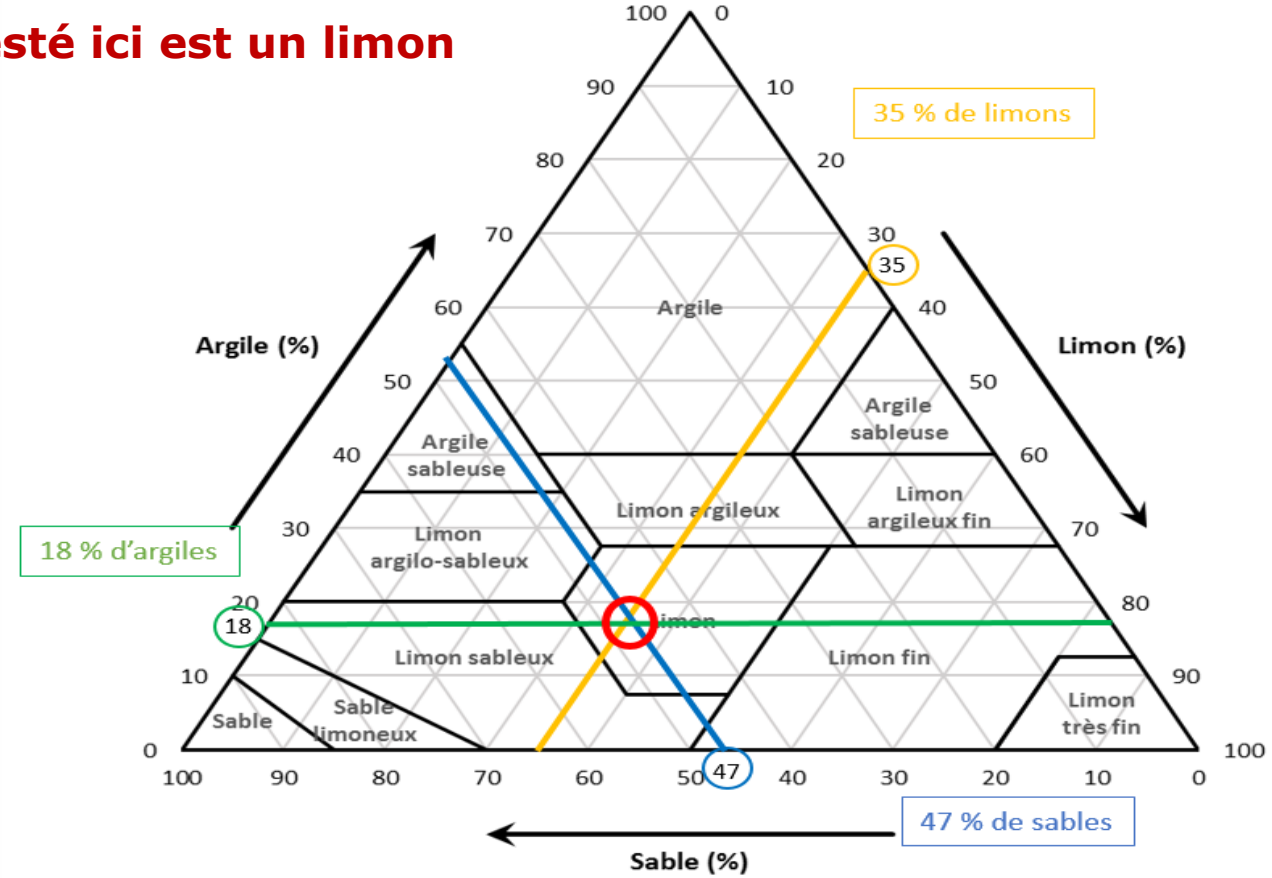


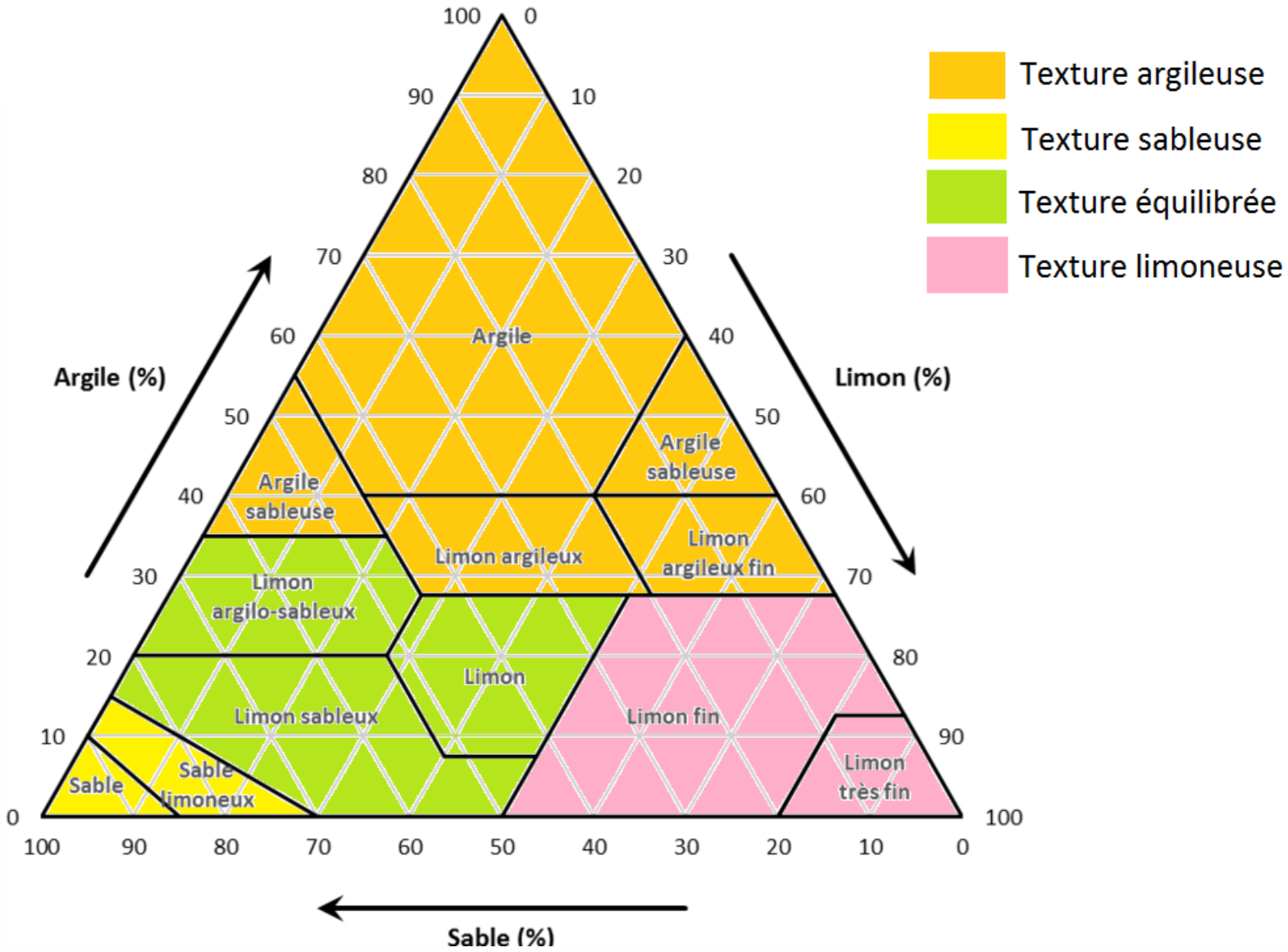
Comment utiliser un triangle des textures ?

- 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




Texture argileuse
Texture sableuse
Texture équilibrée
Texture limoneuse
Argile (%)
Limon (%)
Sable (%)
Argile
Argile sableuse
Argile sableuse
Limon argileux
Limon argileux fin
Limon argilo-sableux
Limon
Limon sableux
Limon fin
Sable
Sable limoneux
Limon très fin
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0

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.

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.

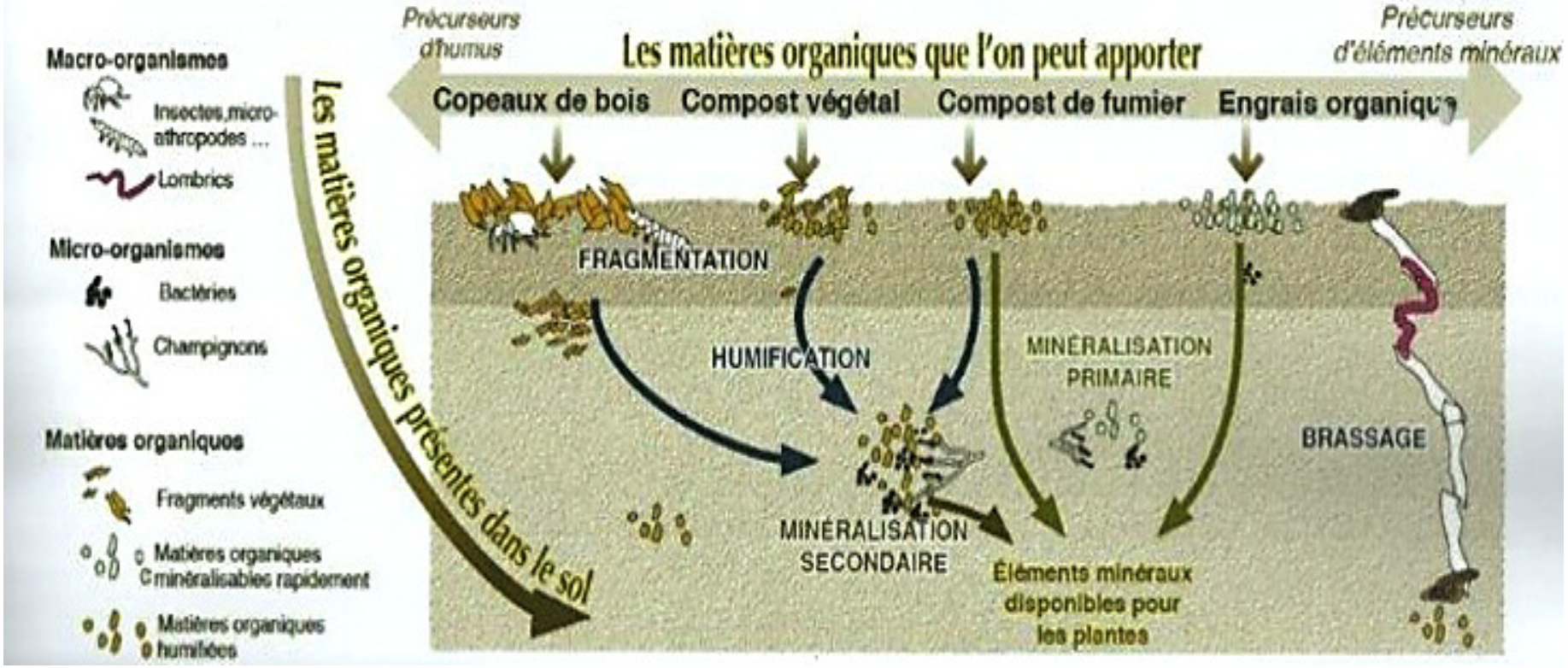
Minéralisation secondaire/ Humification : l'autre partie constituée de substances plus difficile à décomposer (comme la lignine, et la cellulose..) aura besoin d'une minéralisation secondaire appelée aussi humification: c'est la création de l'humus.

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

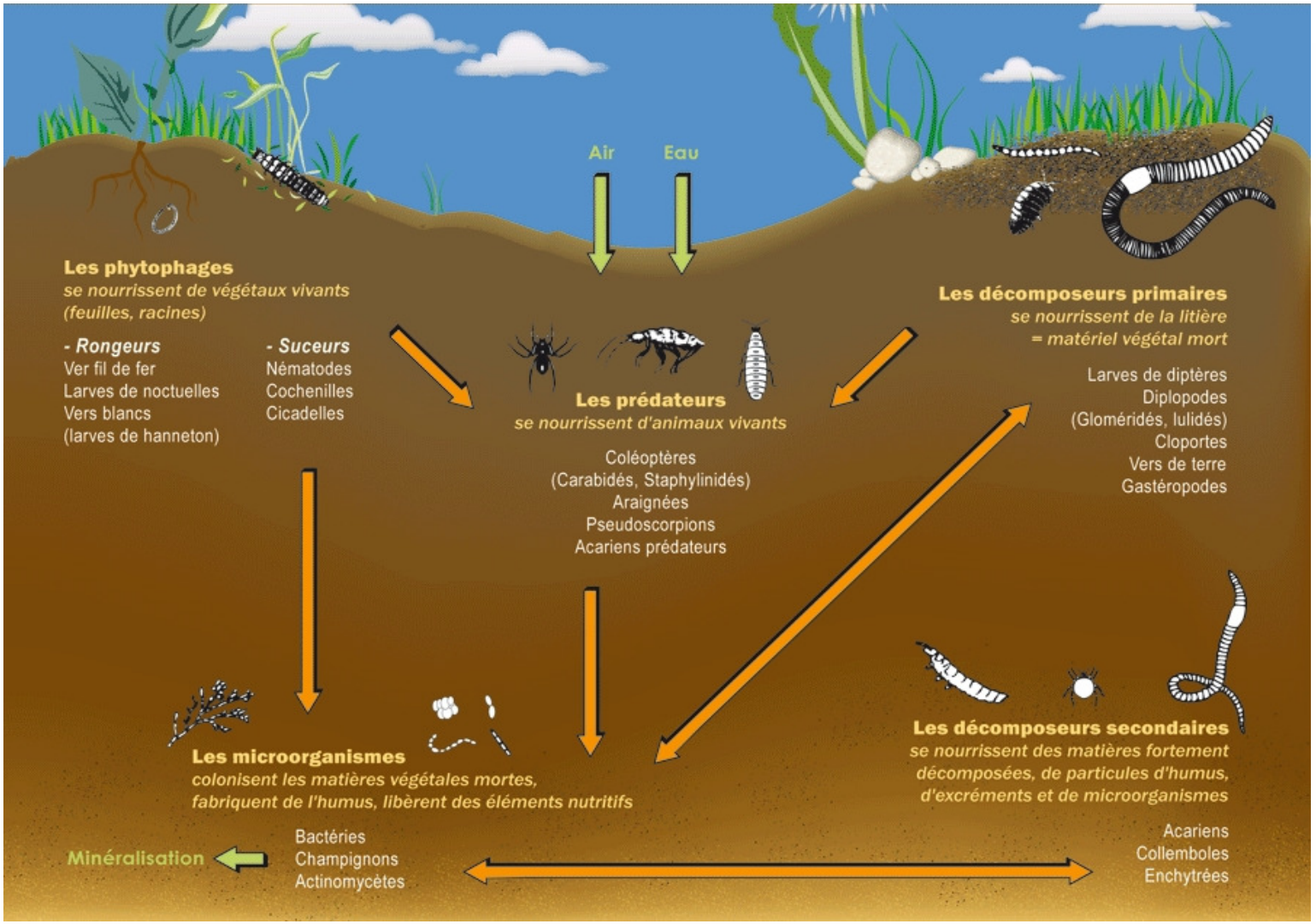
La décomposition des organismes d'origine animale libère des éléments minéraux mais pas d'humus car les animaux ne possèdent ni lignine, ni cellulose dans leur tissus.

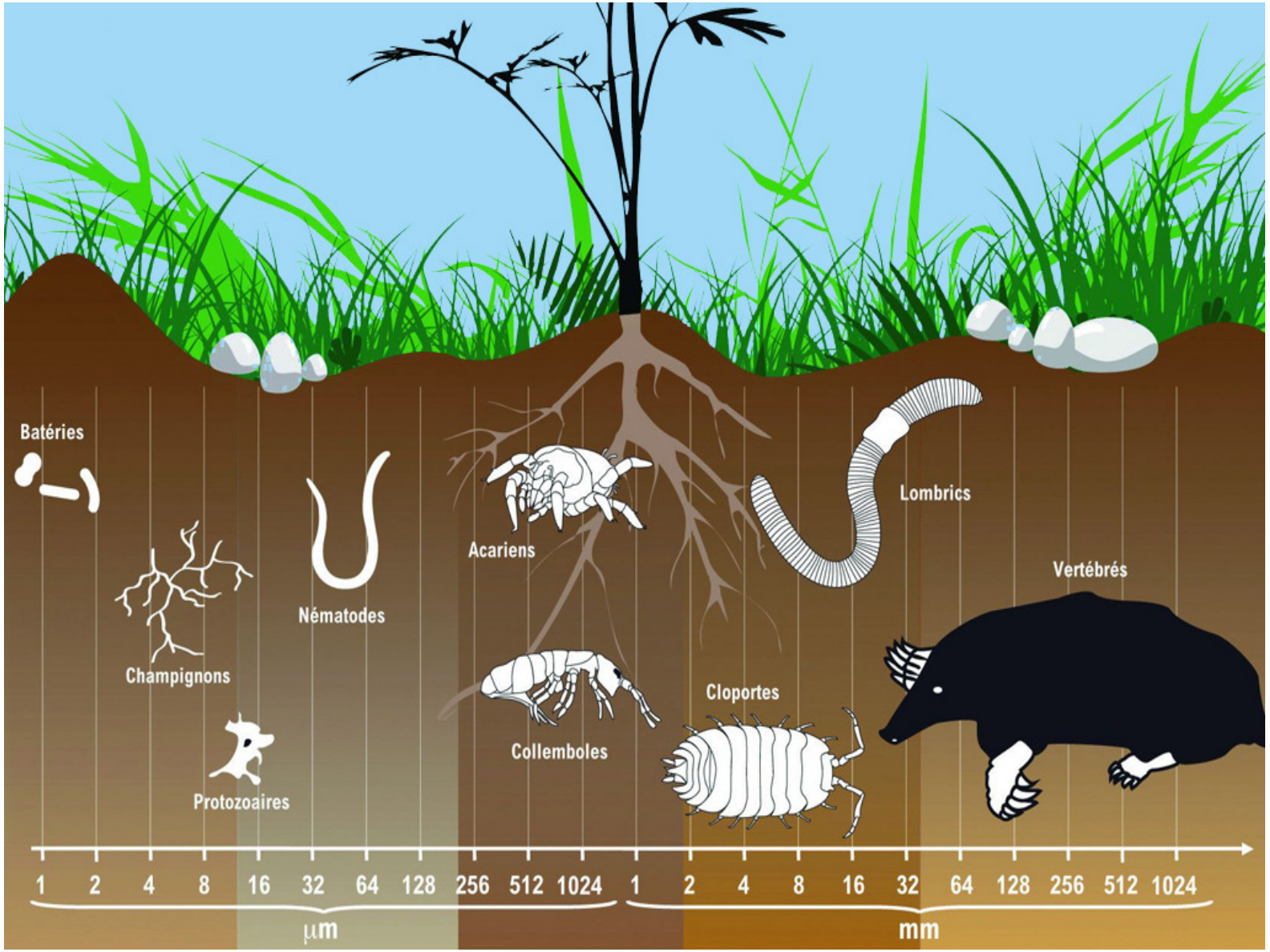
L'humus résulte donc de la matière organique d'origine végétale, qui donne à la terre sa couleur foncée, la protège de l'érosion, augmente la fertilité, la biodiversité et est une forme importante de stockage de carbone.

4. Connaître le fonctionnement du sol



5. Les fonctions de la faune du sol



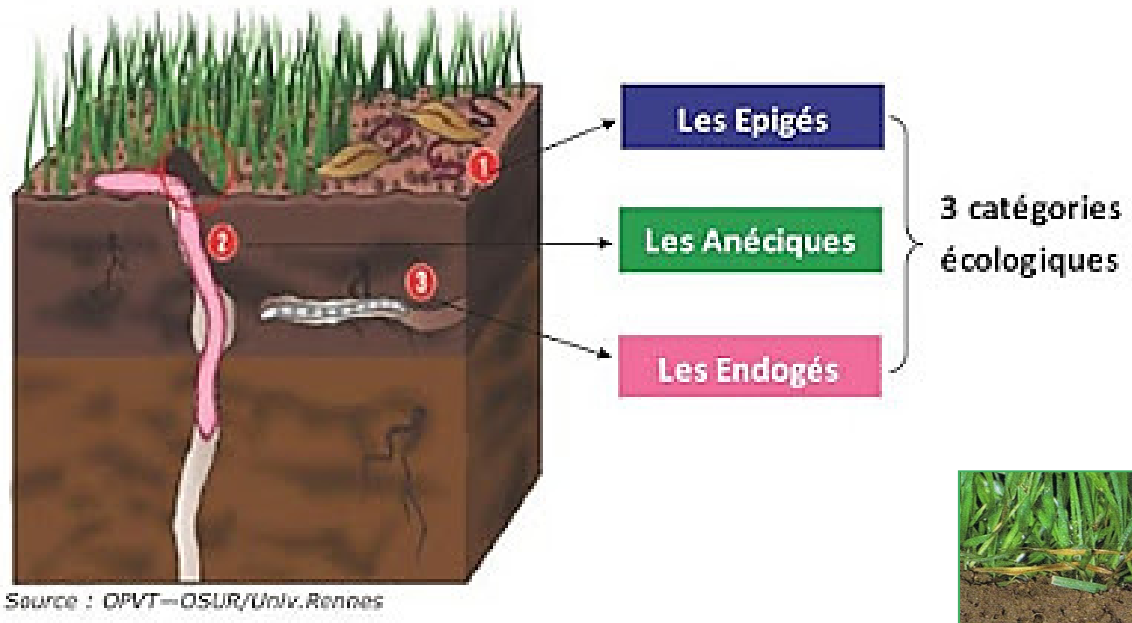

Batéries
Champignons
Protozoaires
Nématodes
Acariens
Collemboles
Lombrics
Cloportes
Vertébrés
1 2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024
µm
1 2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024
mm

Province de Liège
Agriculture

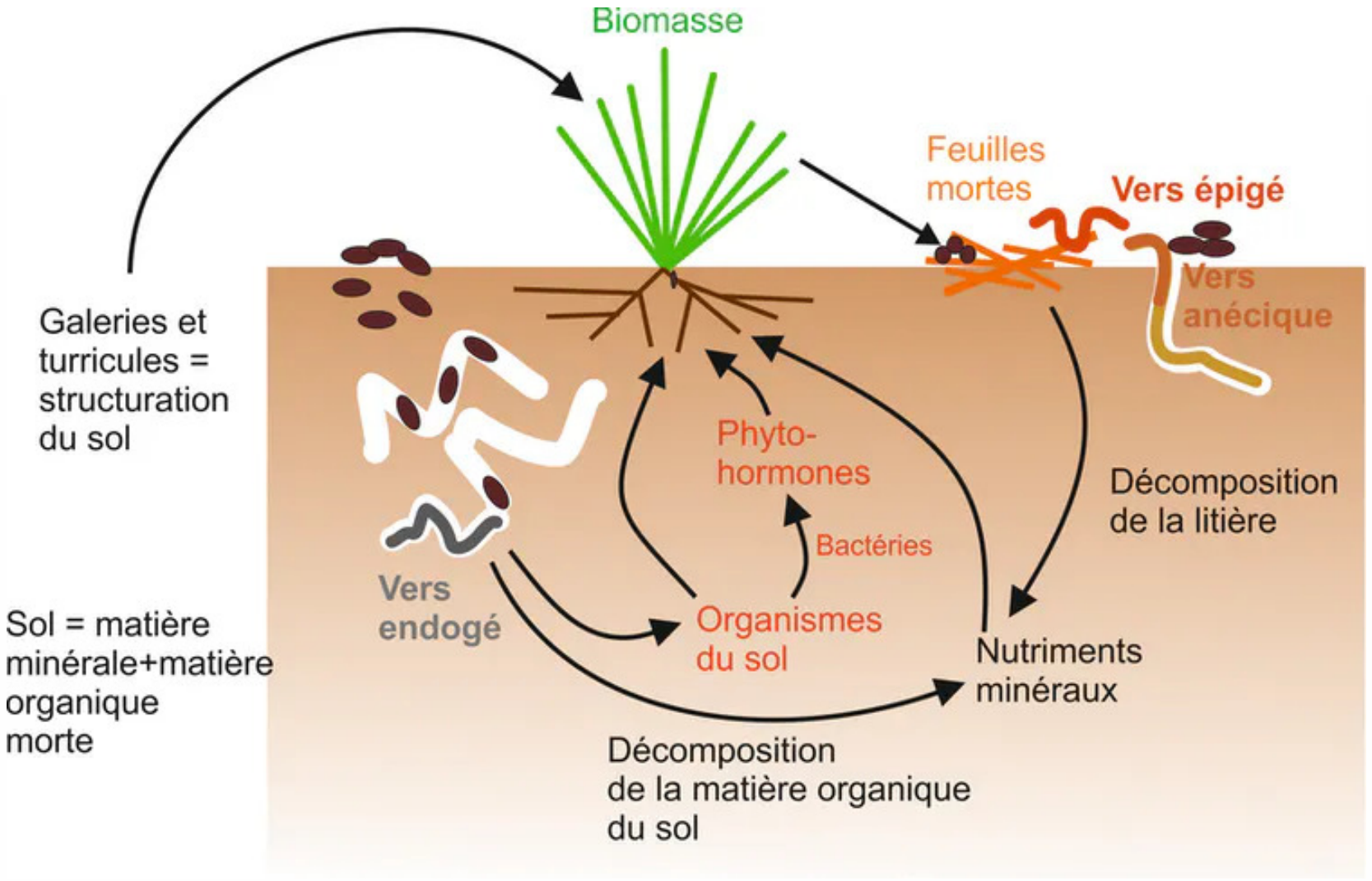
Les habitants du sol

Projet Noé/Noah

Les vers de terre : 3 grands groupes

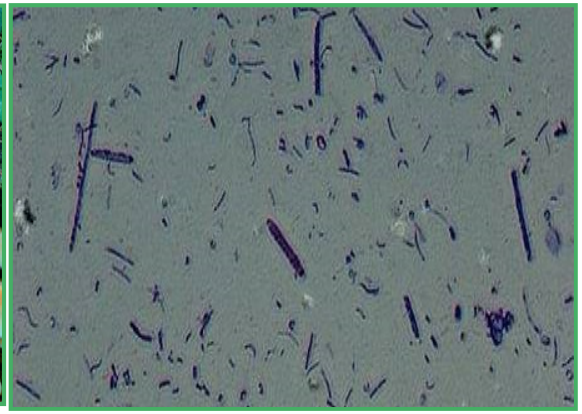


Source : OPVT–OSUR/Univ.Rennes


Biomasse
Feuilles mortes
Vers épigé
Vers anécique
Galeries et turricules = structuration du sol
Phyto-hormones
Bactéries
Décomposition de la litière
Vers endogé
Organismes du sol
Nutriments minéraux
Sol = matière minérale+matière organique morte
Décomposition de la matière organique du sol

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

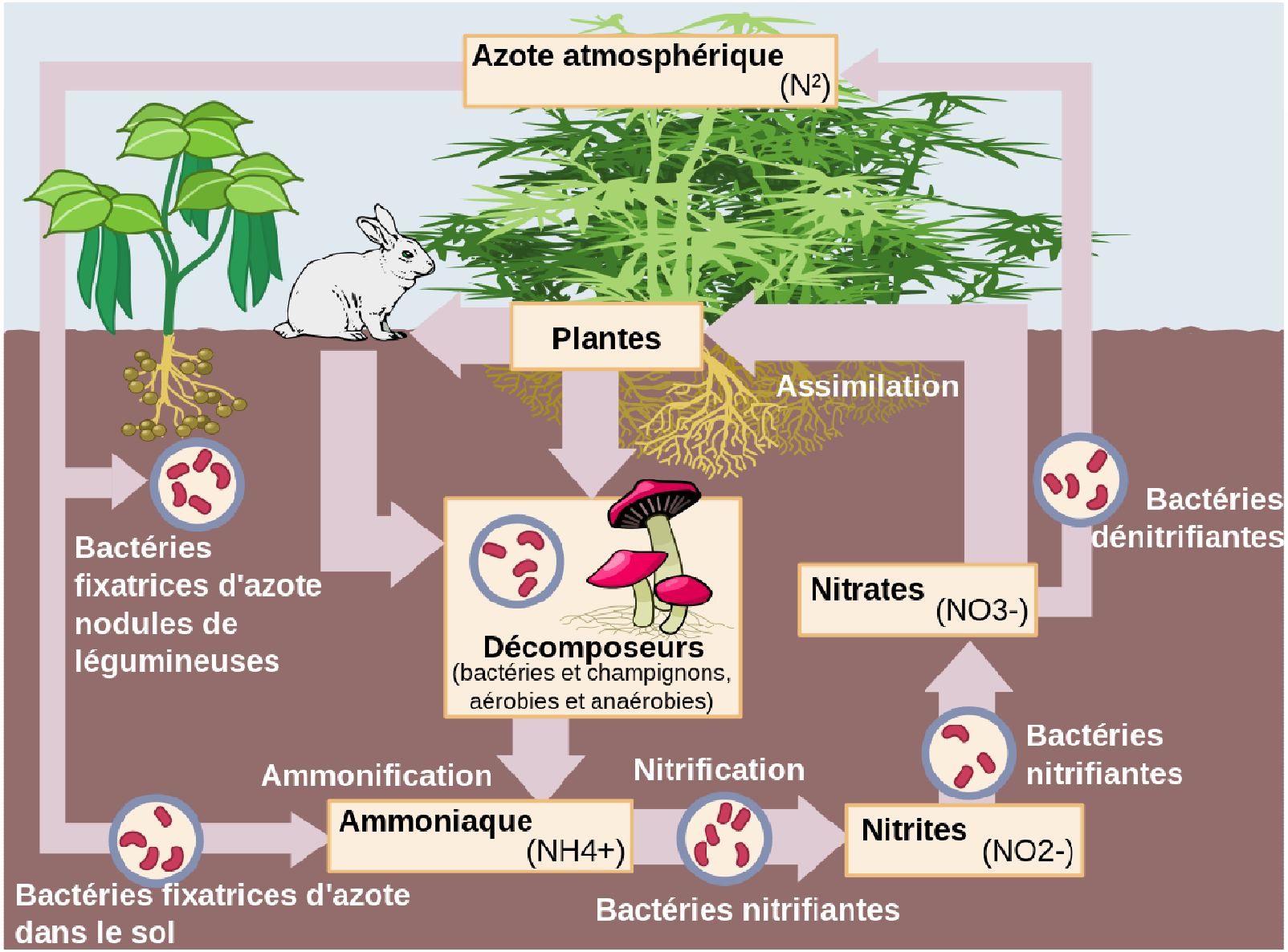


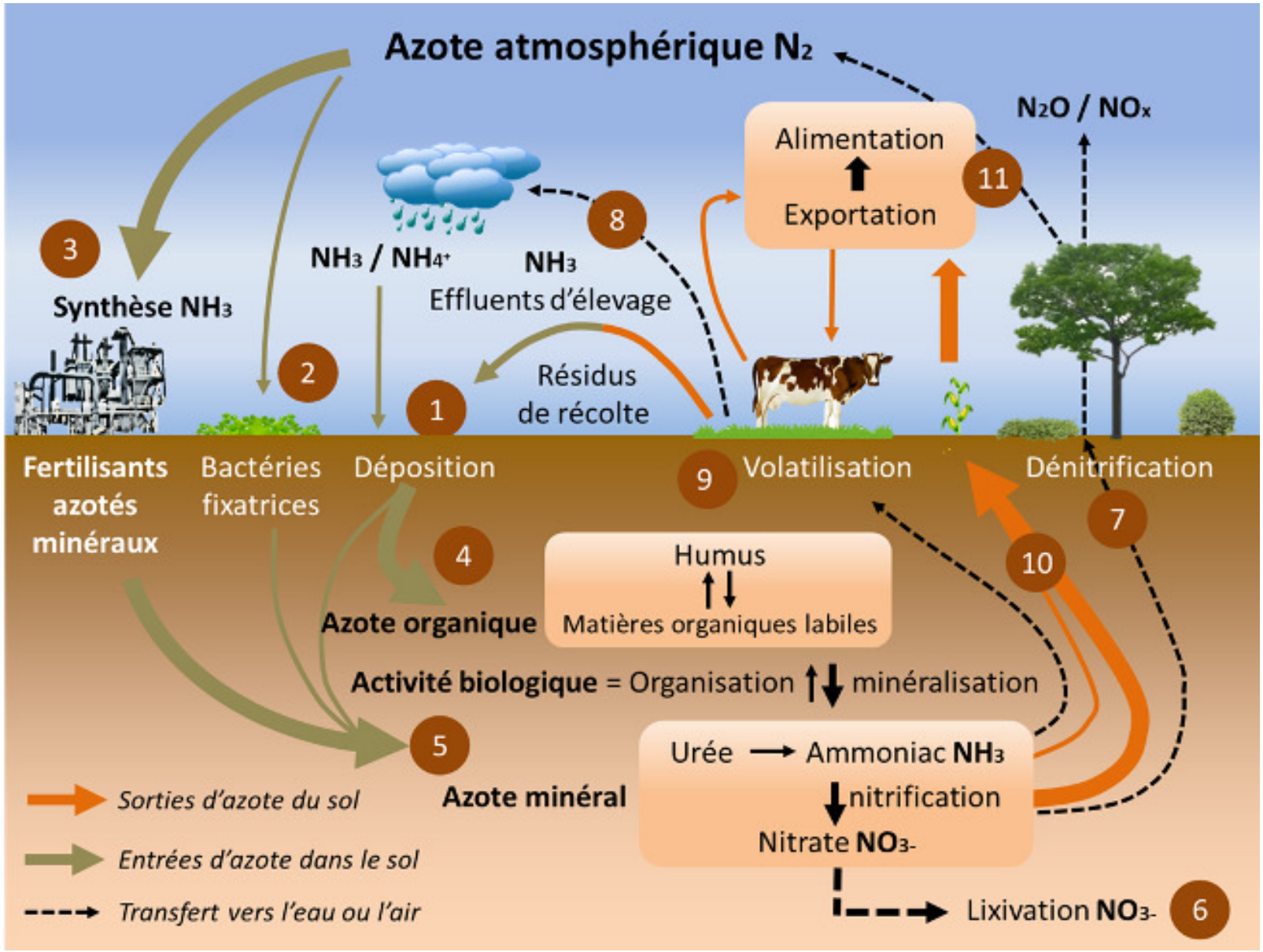
Province de Liège
Agriculture

L'azote

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

- A l'état **libre**, sous forme de N2, où il constitue 78 % de l'air que nous respirons.
- A l'état **combiné** :
  - sous forme minérale :ammoniaque, nitrite, nitrate
  - sous forme organique : fumier…


Azote atmosphérique
(N²)
Plantes
Assimilation
Bactéries
fixatrices d'azote
nodules de
légumineuses
Décomposeurs
(bactéries et champignons,
aérobies et anaérobies)
Bactéries
dénitrifiantes
Nitrates
(NO3-)
Bactéries
nitrifiantes
Ammonification
Nitrification
Ammoniaque
(NH4+)
Nitrites
(NO2-)
Bactéries fixatrices d'azote
dans le sol
Bactéries nitrifiantes


Azote atmosphérique N_2
N_2O / NO_x
Alimentation
Exportation
11
3
Synthèse NH_3
NH_3 / NH_4^+
NH_3
Effluents d'élevage
8
2
1
Résidus de récolte
Fertilisants azotés minéraux
Bactéries fixatrices
Déposition
9
Volatilisation
Dénitrification
7
4
Humus
Matières organiques labiles
10
Azote organique
Activité biologique = Organisation minéralisation
5
Azote minéral
Urée
Ammoniac NH_3
nitrification
Nitrate NO_3^-
Lixivation NO_3^-
6
Sorties d'azote du sol
Entrées d'azote dans le sol
Transfert vers l'eau ou l'air

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.

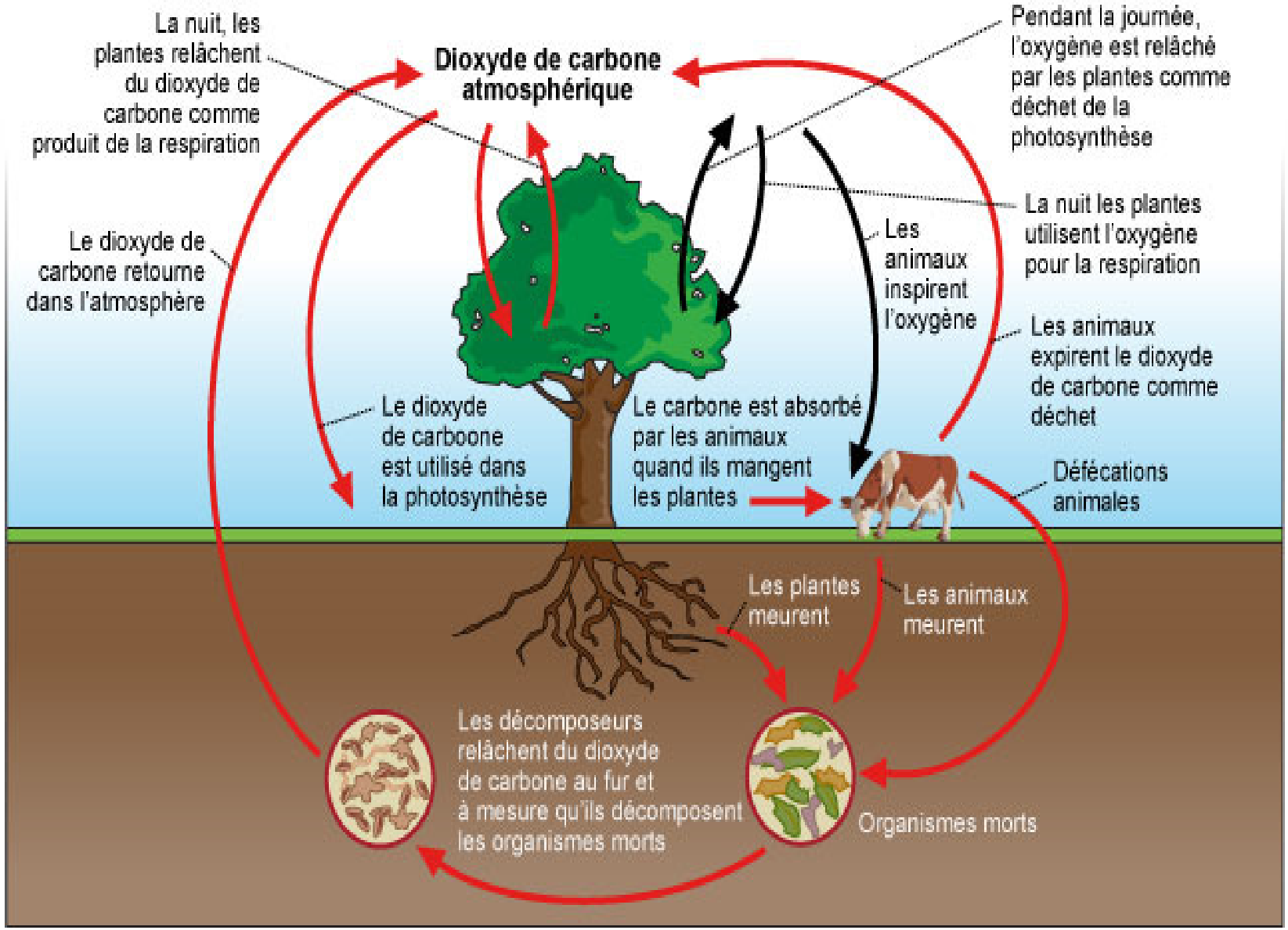
7.La dénitrification a lieu lorsque les micro-organismes manquent d'oxygène (stagnation de l'eau et compactage du sol). Lors de ce processus, les bactéries du sol transforment les nitrates (et les nitrites) en azote gazeux (N2) qui rejoint l'atmosphère.

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 CO2. 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).

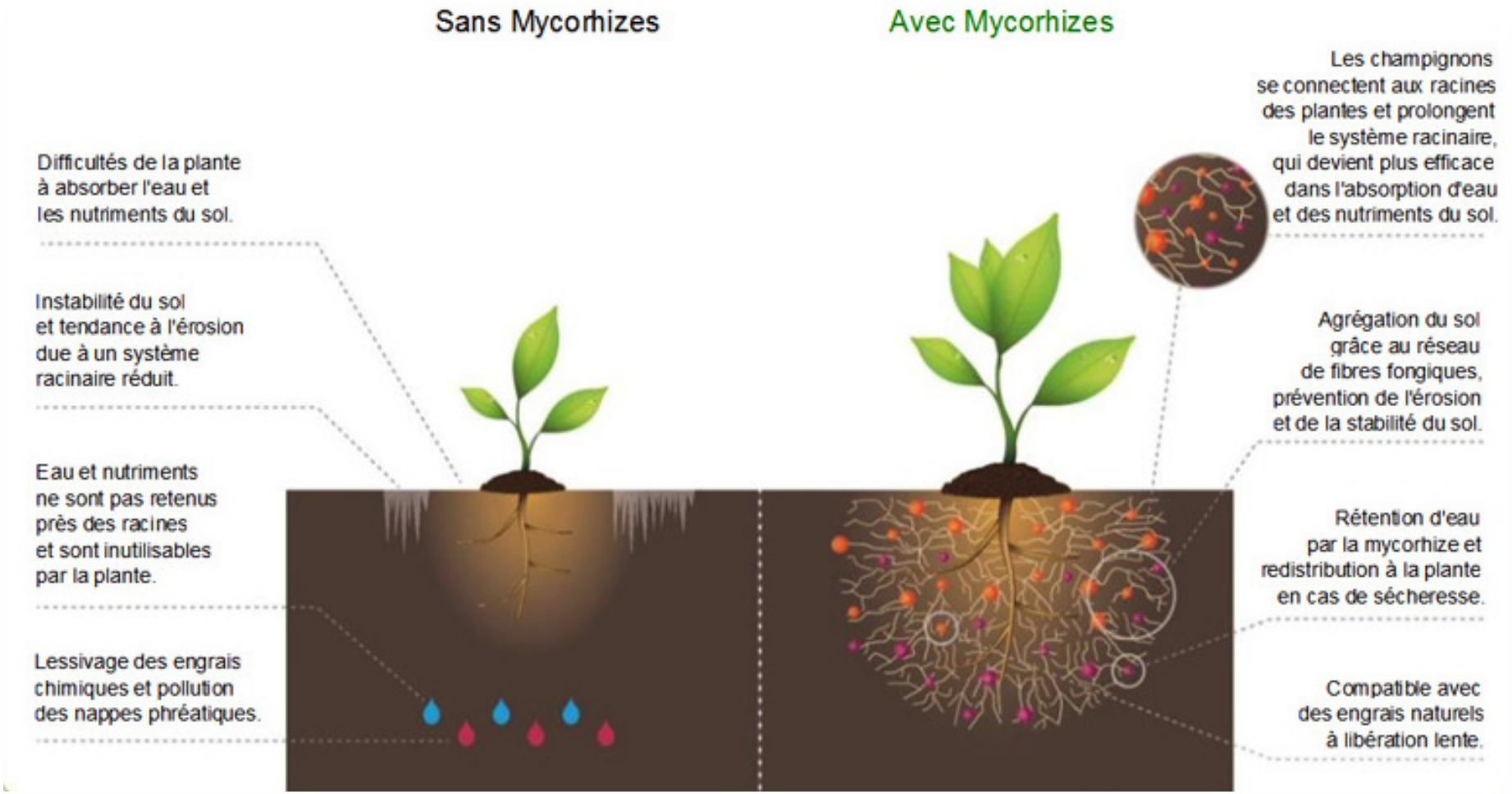
9. L'assimilation de l'ammonium par les racines est plus lente que celle du nitrate. Il est souvent transformé en nitrate avant absorption par les plantes.

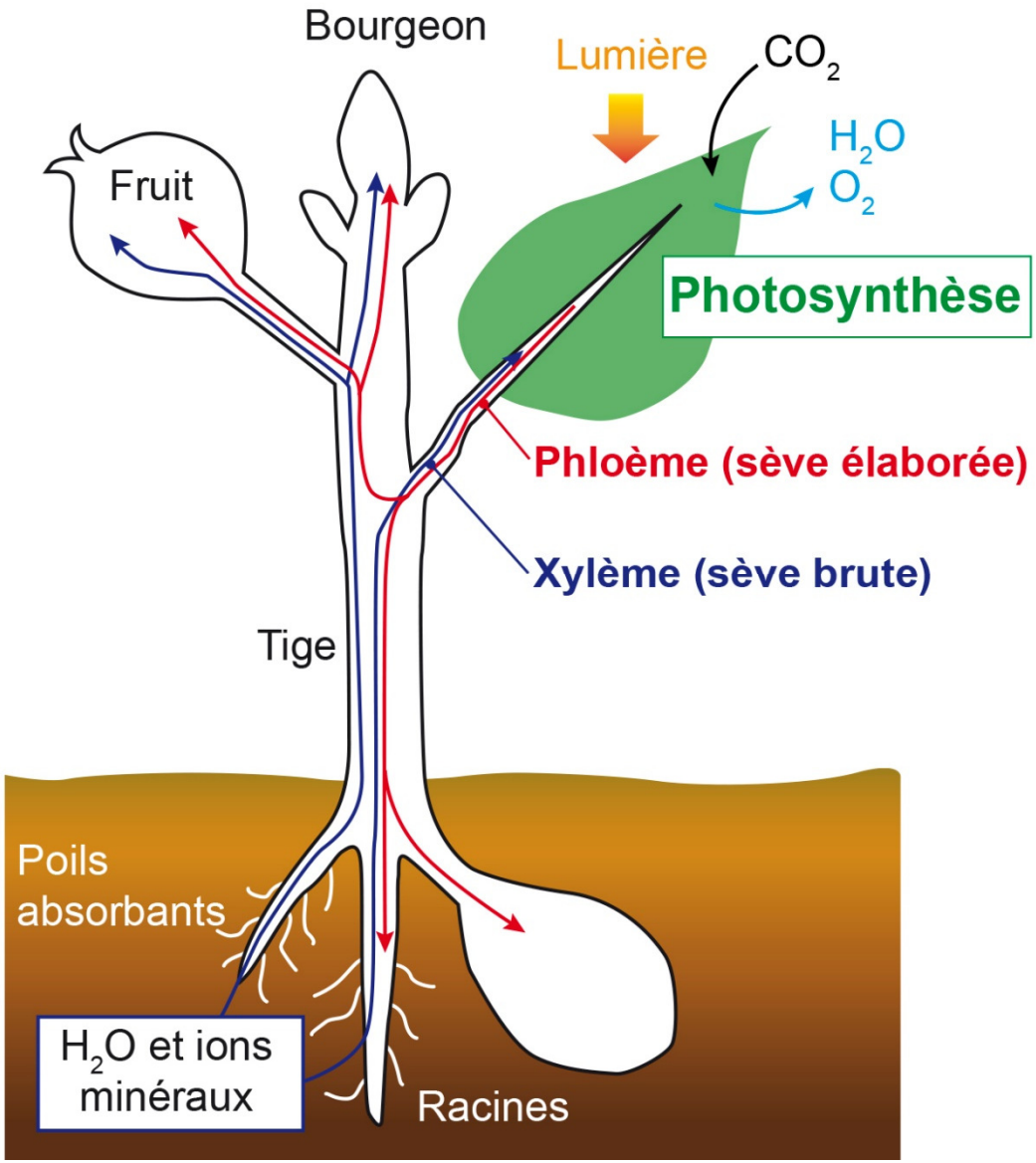
10. L'assimilation du nitrate est rapide en raison de sa forte mobilité en solution dans l'eau du sol.

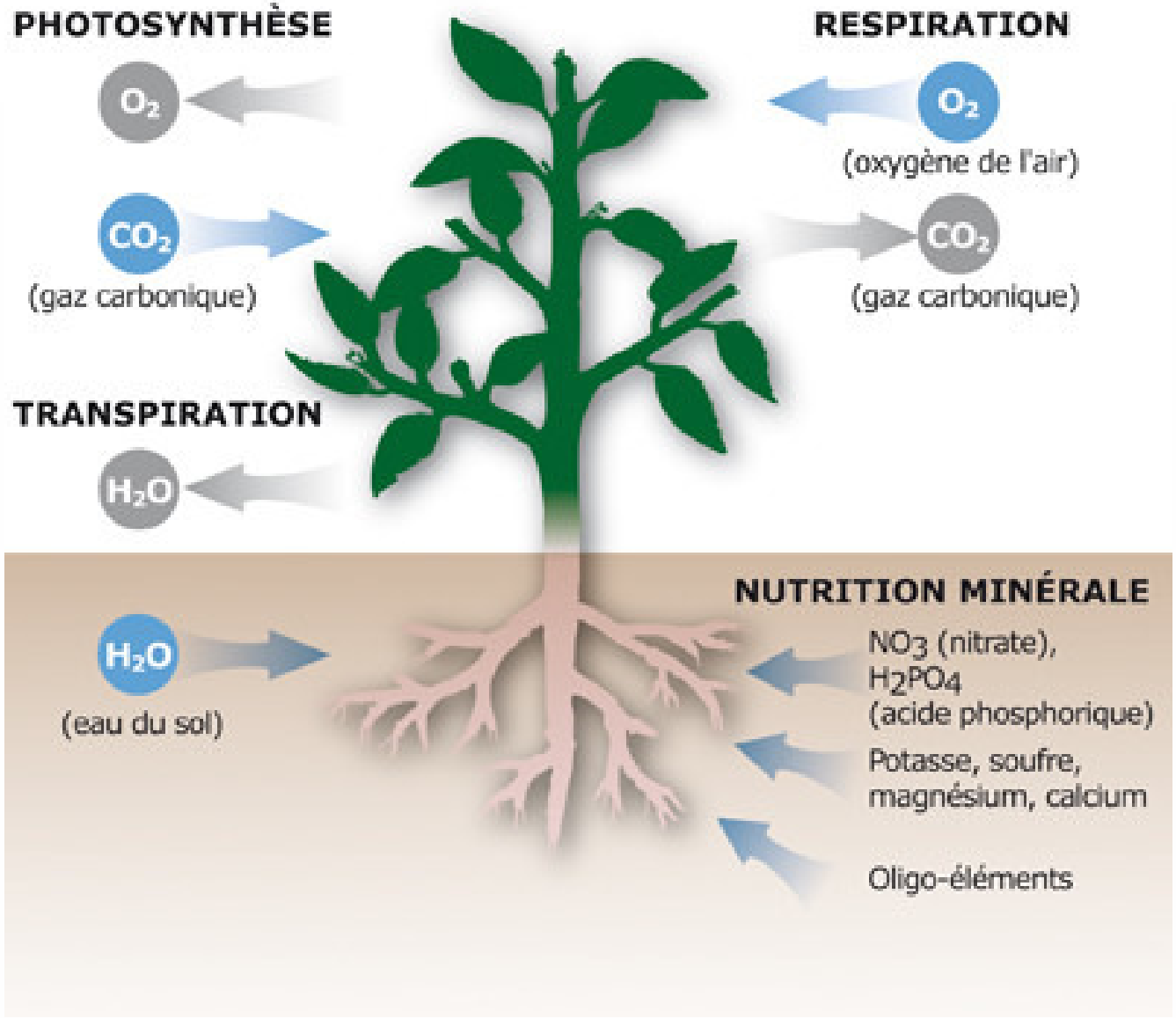
11. La récolte est transformée en nourriture (humaine ou animale), ce qui est l'objectif fondamental de l'agriculture.


La nuit, les plantes relâchent du dioxyde de carbone comme produit de la respiration
Dioxyde de carbone atmosphérique
Pendant la journée, l'oxygène est relâché par les plantes comme déchet de la photosynthèse
La nuit les plantes utilisent l'oxygène pour la respiration
Le dioxyde de carbone retourne dans l'atmosphère
Les animaux inspirent l'oxygène
Les animaux expirent le dioxyde de carbone comme déchet
Le dioxyde de carboone est utilisé dans la photosynthèse
Le carbone est absorbé par les animaux quand ils mangent les plantes
Défécations animales
Les plantes meurent
Les animaux meurent
Les décomposeurs relâchent du dioxyde de carbone au fur et à mesure qu'ils décomposent les organismes morts
Organismes morts

→ Cultiver avec les Mycorhizes

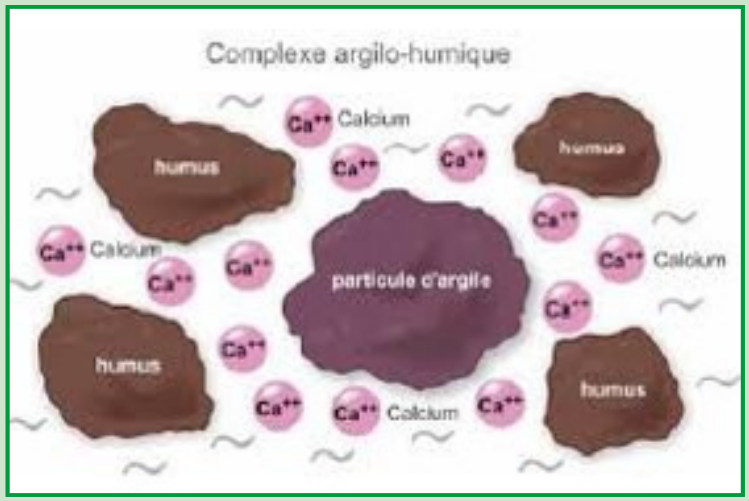



Bourgeon
Lumière
CO_2
H_2O
O_2
Fruit
Photosynthèse
Phloème (sève élaborée)
Xylème (sève brute)
Tige
Poils absorbants
H_2O et ions minéraux
Racines

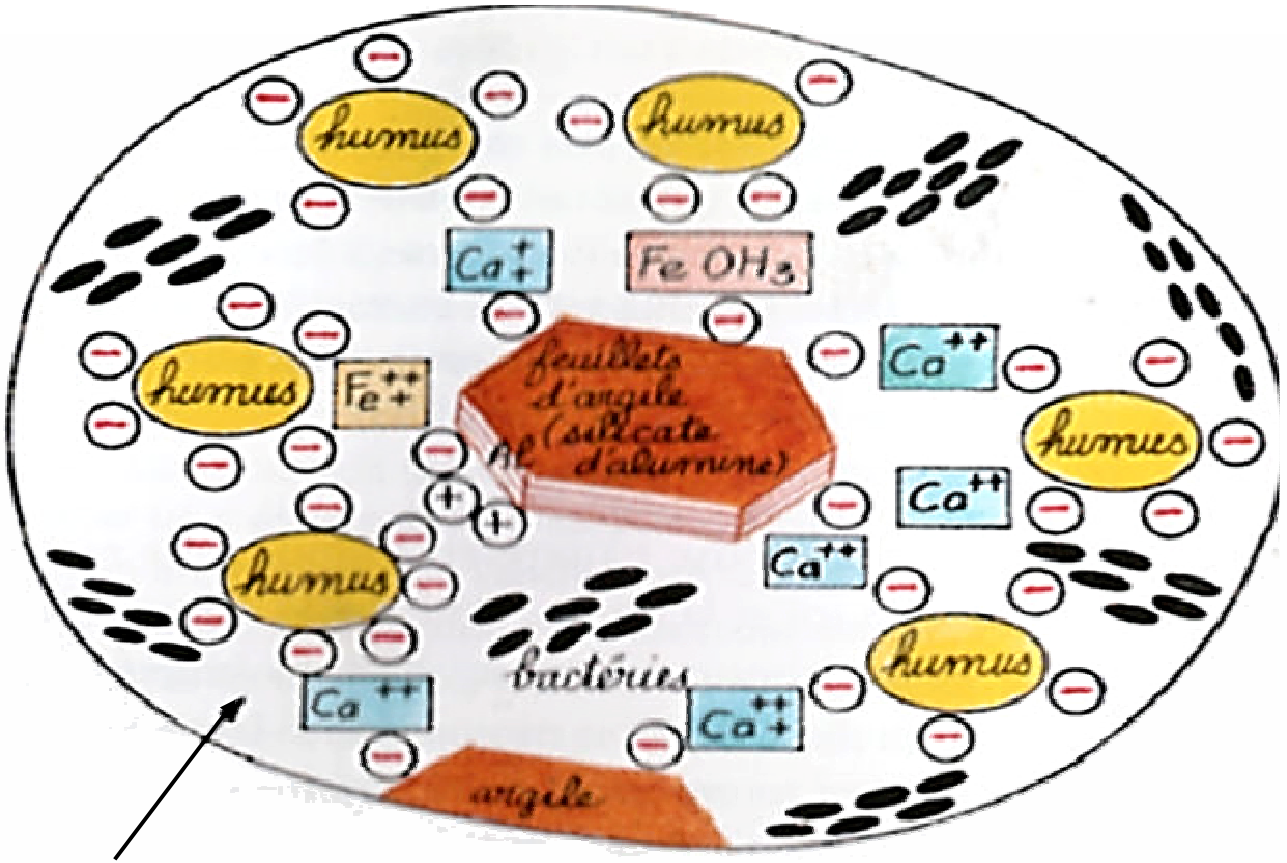

PHOTOSYNTHÈSE
O_2
CO_2
(gaz carbonique)
TRANSPIRATION
H_2O
RESPIRATION
O_2
(oxygène de l'air)
CO_2
(gaz carbonique)
NUTRITION MINÉRALE
H_2O
(eau du sol)
NO_3 (nitrate),
H_2PO_4
(acide phosphorique)
Potasse, soufre,
magnésium, calcium
Oligo-éléments

Province de Liège
Agriculture

Complexe argilo-humique



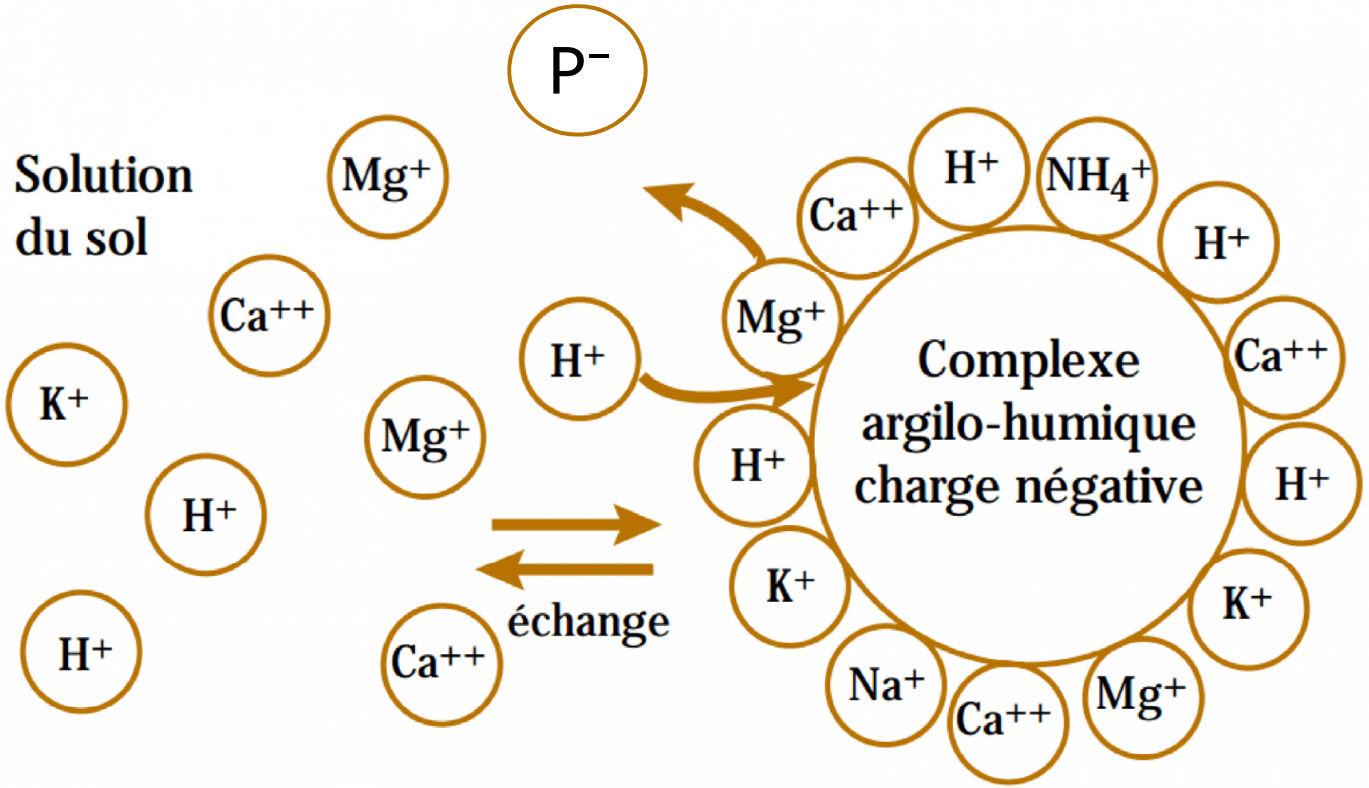
Le sol est comme une réaction électrique !

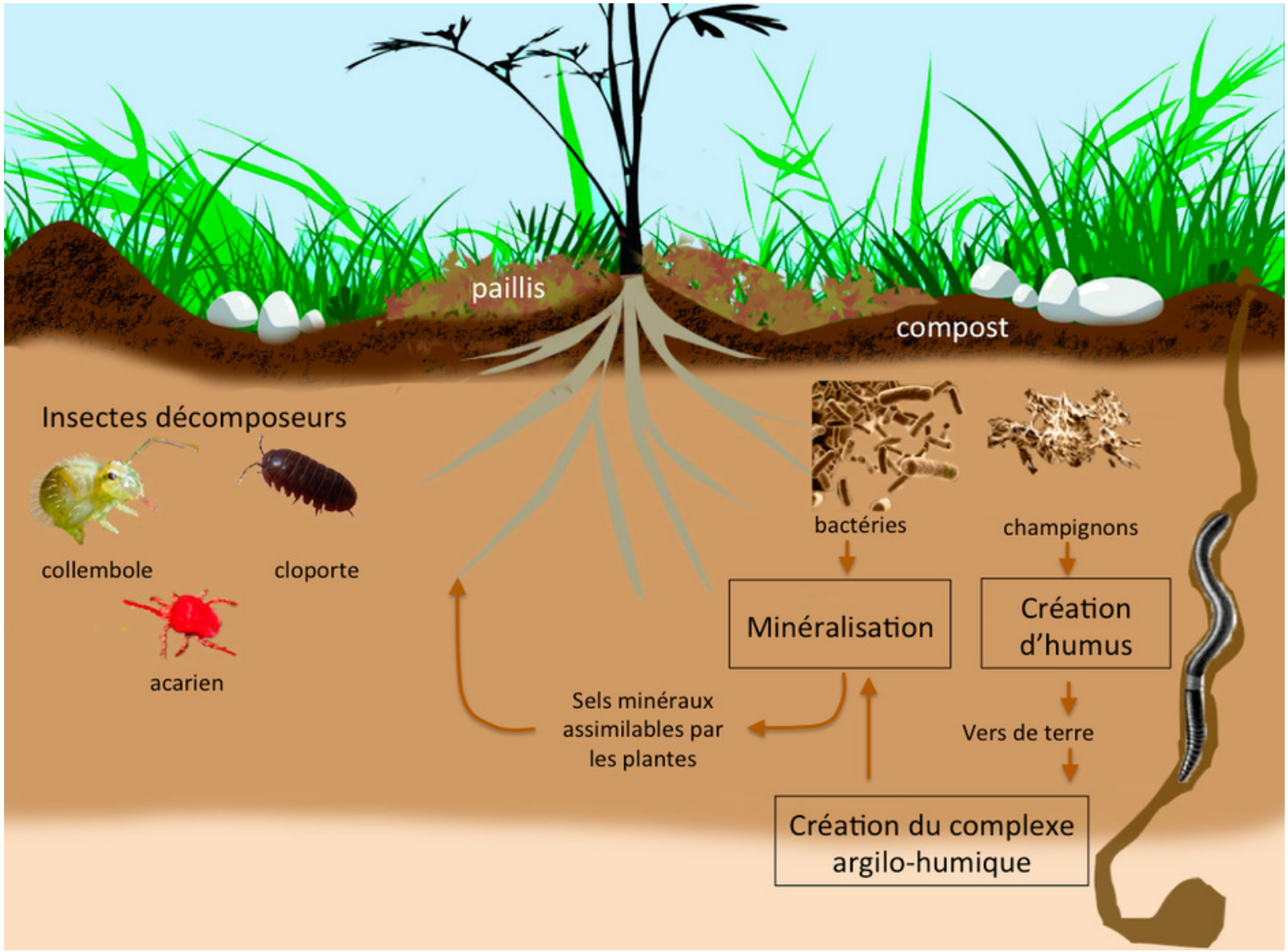


« pâte » formée de minéraux, de bactéries, de limon, de mucus de vers de terre, d'eau,…

→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.

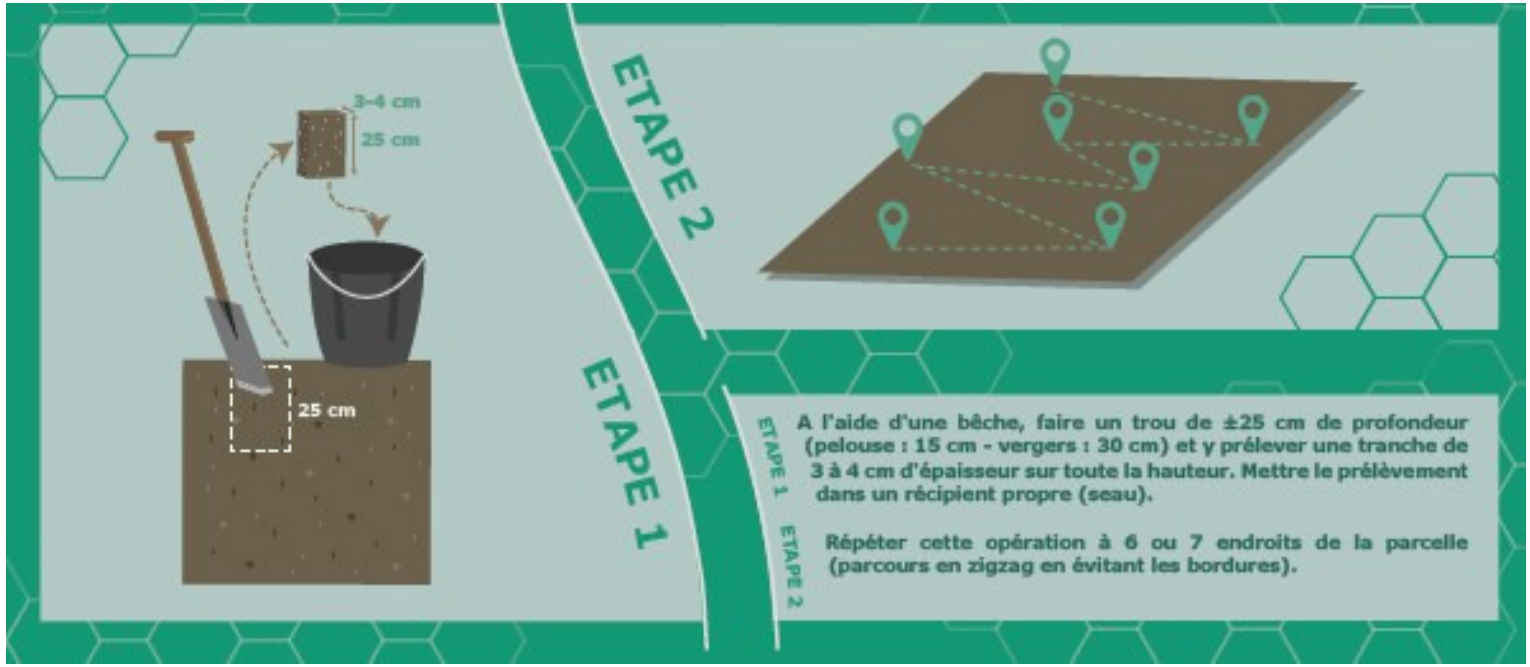


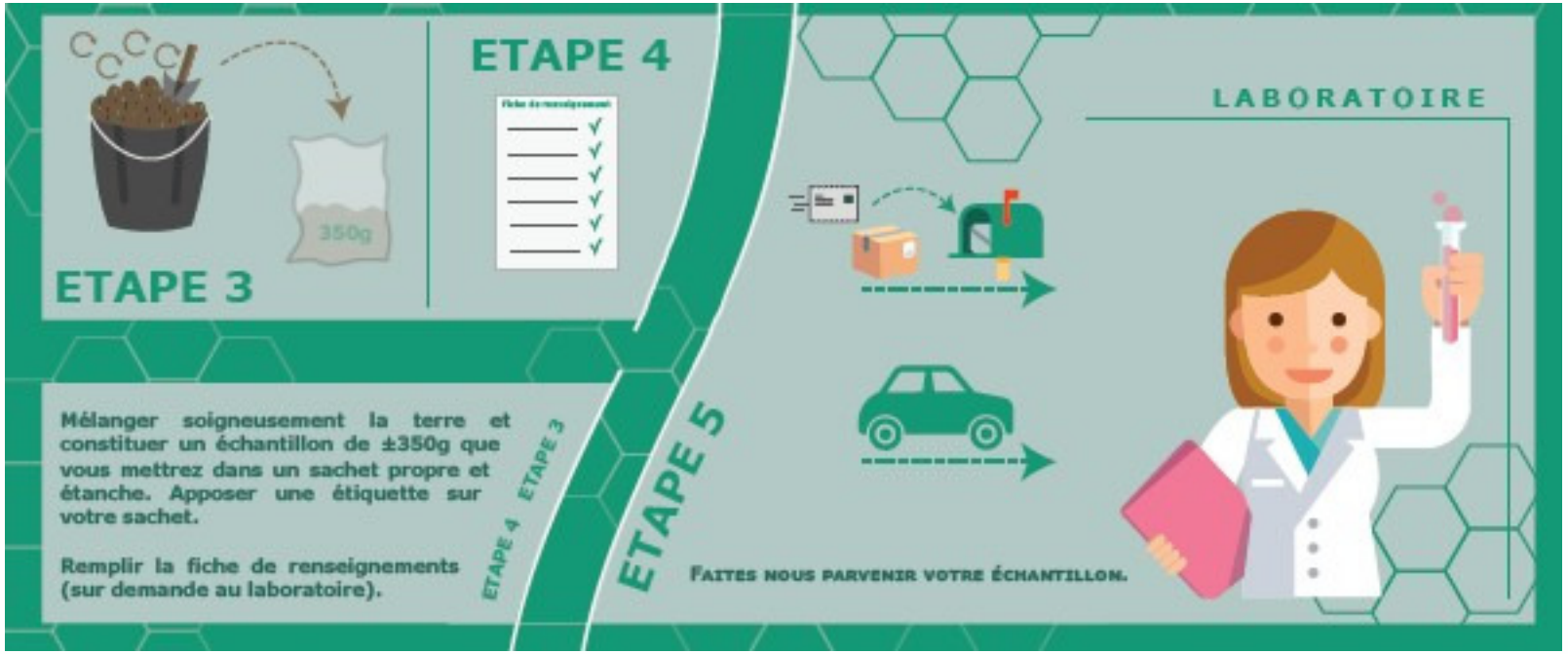

paillis
compost
Insectes décomposeurs
collembole
cloporte
acarien
bactéries
champignons
Minéralisation
Création d'humus
Sels minéraux assimilables par les plantes
Vers de terre
Création du complexe argilo-humique

Province de Liège
Agriculture

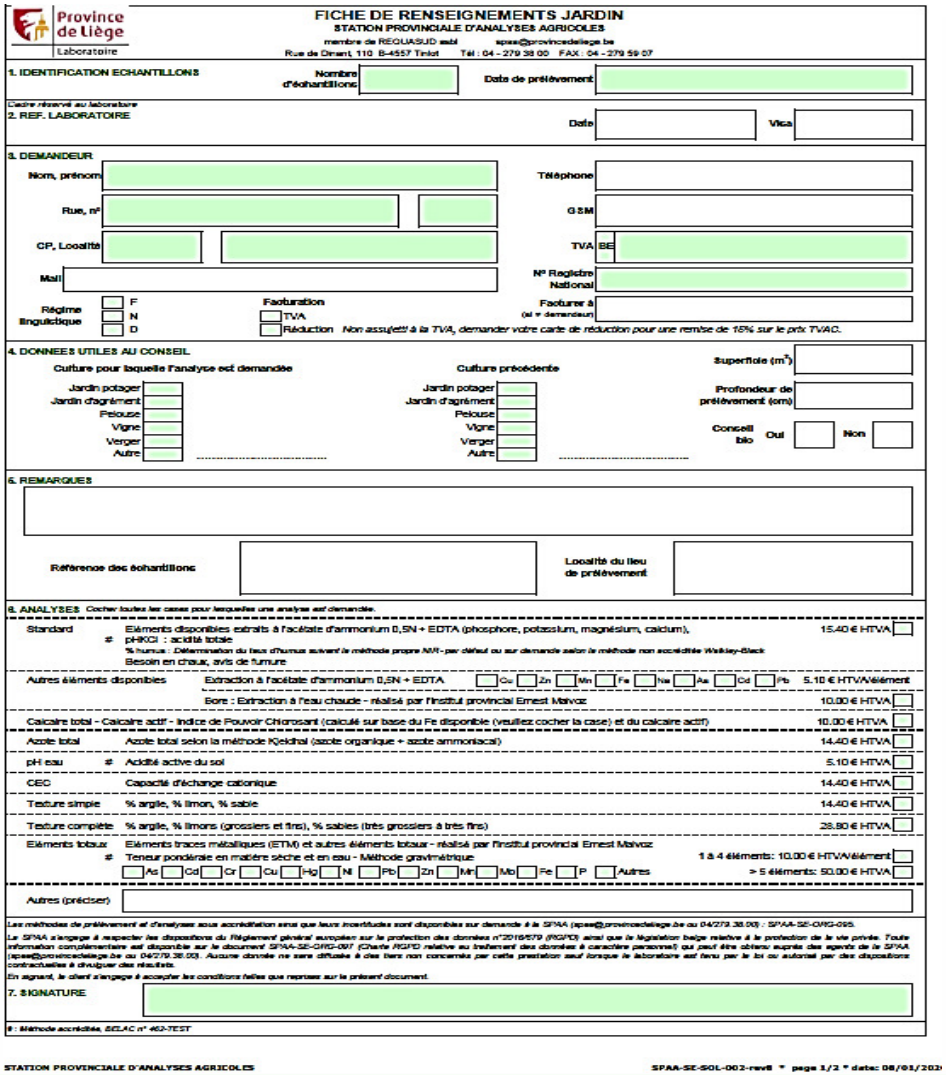
Analyse de terre: comment prélever ?

Projet Noé/Noah


3-4 cm
25 cm
25 cm
ETAPE 2
ETAPE 1
ETAPE 1
ETAPE 2
A l'aide d'une bêche, faire un trou de ±25 cm de profondeur (pelouse : 15 cm - vergers : 30 cm) et y prélever une tranche de 3 à 4 cm d'épaisseur sur toute la hauteur. Mettre le prélèvement dans un récipient propre (seau).
Répéter cette opération à 6 ou 7 endroits de la parcelle (parcours en zigzag en évitant les bordures).


ETAPE 4
350g
ETAPE 3
LABORATOIRE
Mélanger soigneusement la terre et constituer un échantillon de ±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 ETAPE 3
ETAPE 5
FAITES NOUS PARVENIR VOTRE ÉCHANTILLON.

Fiche de renseignements



Province de Liège
Laboratoire

FICHE DE RENSEIGNEMENTS JARDIN
STATION PROVINCIALE D'ANALYSES AGRICOLES

membre de REGIASUD asbl spaa@provincedeliege.be
Rue de Dinant, 110 B-4557 Tinlot Tél : 04 - 279 38 00 FAX : 04 - 279 59 07

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 BE
Mail — N° Registre National
Régime linguistique : F / N / D
Facturation : TVA / Réduction *Non assujetti à la TVA, demander votre carte de réduction pour une remise de 15% sur le prix TVAC.*
Facturer à (si ≠ demandeur)

4. DONNEES UTILES AU CONSEIL
Culture pour laquelle l'analyse est demandée / 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
Autres éléments disponibles	Extraction à l'acétate d'ammonium 0,5N + EDTA (Cu, Zn, Mn, Fe, Na, As, Cd, Pb)	5.10 € HTVA/élément
	Bore : Extraction à l'eau chaude - réalisé par l'Institut provincial Ernest Malvoz	10.00 € HTVA
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
Azote total	Azote total selon la méthode Kjeldhal (azote organique + azote ammoniacal)	14.40 € HTVA
pH eau #	Acidité active du sol	5.10 € HTVA
CEC	Capacité d'échange cationique	14.40 € HTVA
Texture simple	% argile, % limon, % sable	14.40 € HTVA
Texture complète	% argile, % limons (grossiers et fins), % sables (très grossiers à très fins)	28.80 € HTVA
Eléments tobsus	Eléments traces métalliques (ETM) et autres éléments tobsus - réalisé par l'Institut provincial Ernest Malvoz	
#	Teneur pondérale en matière sèche et en eau - Méthode gravimétrique (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, Mn, Mo, Fe, P, Autres)	1 à 4 éléments: 10.00 € HTVA/élément ; > 5 éléments: 50.00 € HTVA
Autres (préciser)		

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.

Le 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-ORG-097 (Charte RGPD relative au traitement des données à caractère personnel) qui peut être obtenu auprès des agents de la SPAA (spaa@provincedeliege.be ou 04/279.38.00). 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.

En signant, le client s'engage à accepter les conditions telles que reprises sur le présent document.

7. SIGNATURE

 # : Méthode accréditée, BELAC n° 462-TEST

Province de Liège
Laboratoire

FICHE DE RENSEIGNEMENTS JARDIN

STATION PROVINCIALE D'ANALYSES AGRICOLES

membre de REQUASUD asbl spaa@provincedeliege.be
Rue de Dinant, 110 B-4557 Tinlot Tél : 04 - 279 38 00 FAX : 04 - 279 59 07

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** BE

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 (m^2)

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 ☐
Autres éléments disponibles		Extraction à l'acétate d'ammonium 0,5N + EDTA ☐ Cu ☐ Zn ☐ Mn ☐ Fe ☐ Na ☐ As ☐ Cd ☐ Pb	5.10 € HTVA/élément
		Bore : Extraction à l'eau chaude - réalisé par l'Institut provincial Ernest Malvoz	10.00 € HTVA ☐
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 ☐
Azote total		Azote total selon la méthode Kjeldhal (azote organique + azote ammoniacal)	14.40 € HTVA ☐
pH eau	#	Acidité active du sol	5.10 € HTVA ☐
CEC		Capacité d'échange cationique	14.40 € HTVA ☐
Texture simple		% argile, % limon, % sable	14.40 € HTVA ☐
Texture complète		% argile, % limons (grossiers et fins), % sables (très grossiers à très fins)	28.80 € HTVA ☐
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	1 à 4 éléments: 10.00 € HTVA/élément ☐
		☐ As ☐ Cd ☐ Cr ☐ Cu ☐ Hg ☐ Ni ☐ Pb ☐ Zn ☐ Mn ☐ Mo ☐ Fe ☐ P ☐ Autres	> 5 éléments: 50.00 € HTVA ☐
Autres (préciser)			

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

Zone :

JA 381

19J0381

pH KCl : #	5.46	X	Légèrement acide
Humus (%) :	6.7	X	Élevé
* Nt (g/kg) :	3.0		
P (mg/100g) :	3.2	X	Bon
K (mg/100g) :	3.9	X	Faible
Mg (mg/100g) :	3.8	X	Faible
Ca (mg/100g) :	179	X	Elevé

pH acétate : 6.49

Taux d'argile (%) : Nir 17.07

* CEC (cmol/kg) : 8.9

Rapport C/N : 11.0

Bonne minéralisation

Rapport K/Mg : 1.0

Rapport correct

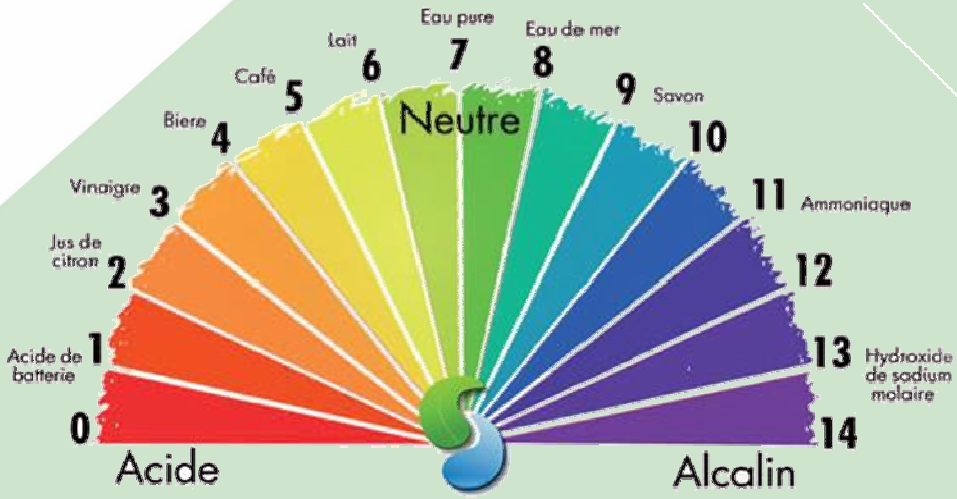
Rapport Ca/Mg : 46.6

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

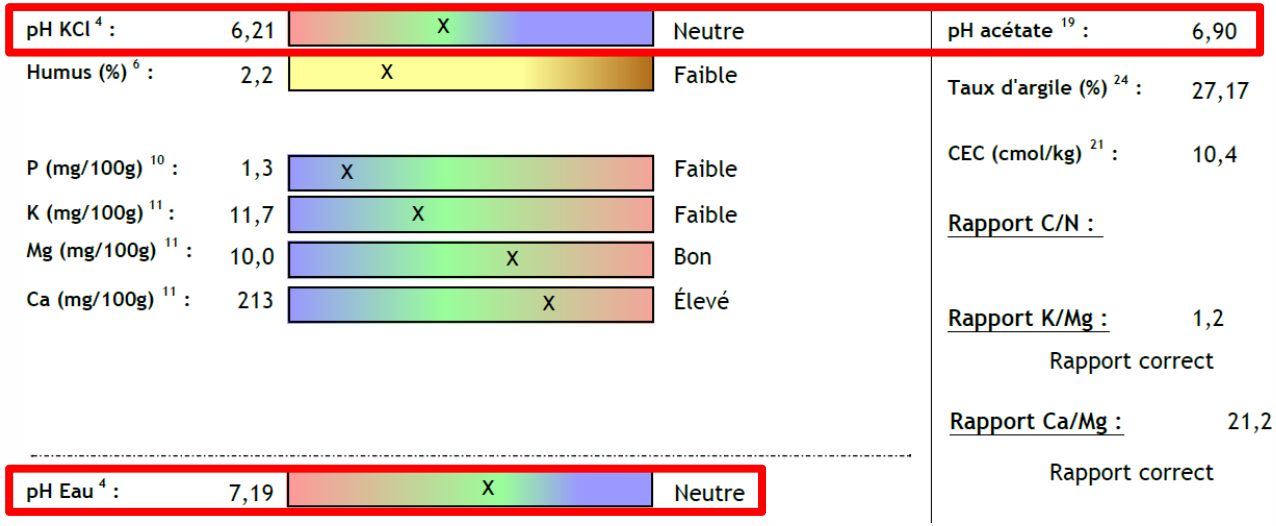
Province de Liège
Agriculture

Le pH



Projet Noé/Noah

Le pH du sol - CHAULAGE



pH KCl [4] :	6,21	X	Neutre
Humus (%) [6] :	2,2	X	Faible
P (mg/100g) [10] :	1,3	X	Faible
K (mg/100g) [11] :	11,7	X	Faible
Mg (mg/100g) [11] :	10,0	X	Bon
Ca (mg/100g) [11] :	213	X	Élevé
pH Eau [4] :	7,19	X	Neutre

pH acétate [19] :	6,90
Taux d'argile (%) [24] :	27,17
CEC (cmol/kg) [21] :	10,4
Rapport C/N :	
Rapport K/Mg :	1,2
	Rapport correct
Rapport Ca/Mg :	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

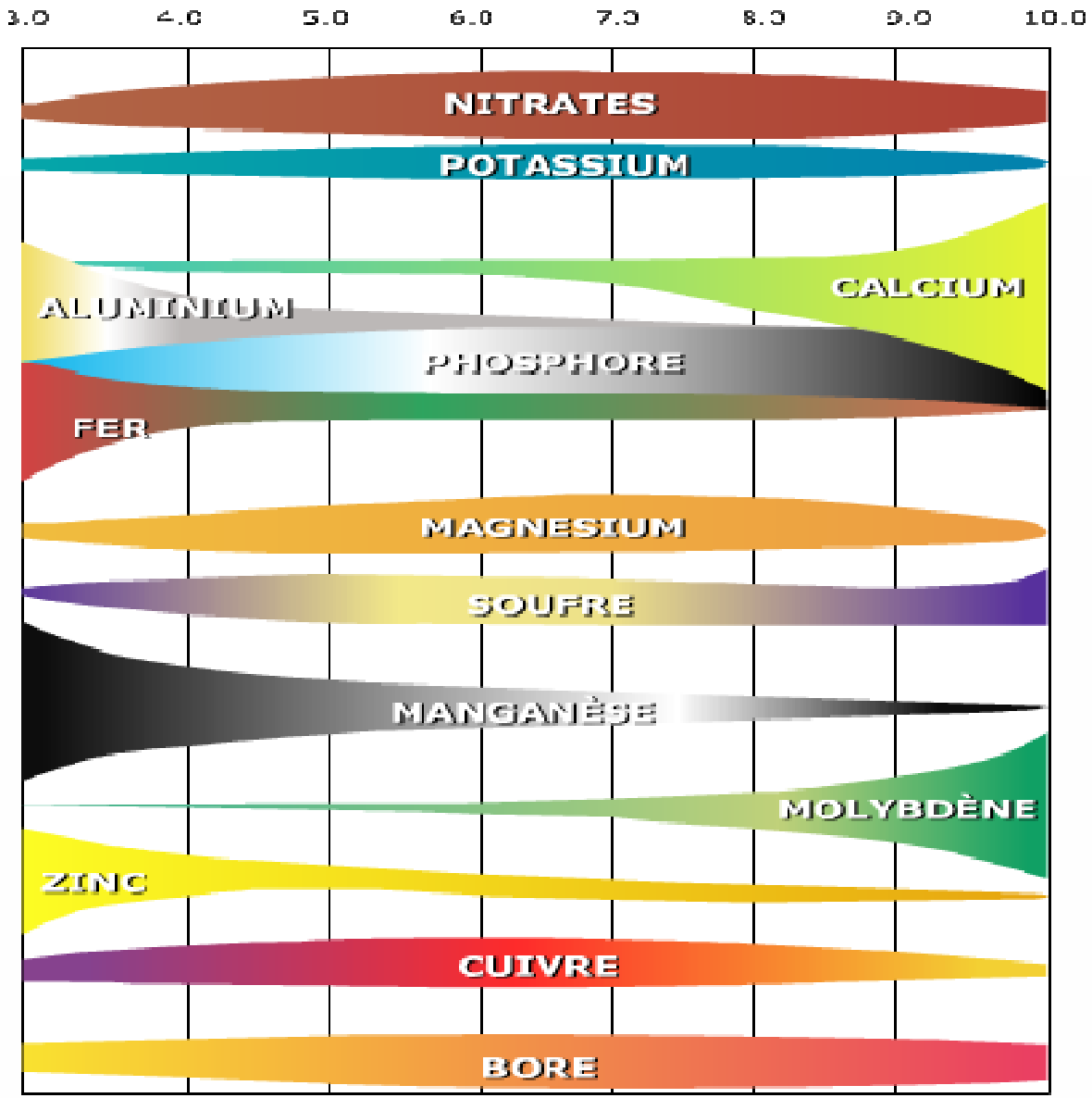
Culture à fertiliser :

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

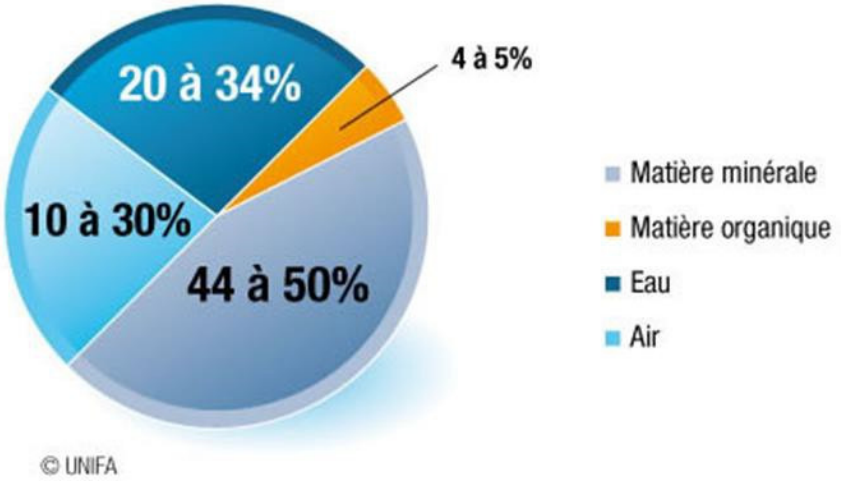

3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
NITRATES
POTASSIUM
CALCIUM
ALUMINIUM
PHOSPHORE
FER
MAGNESIUM
SOUFRE
MANGANÈSE
MOLYBDÈNE
ZINC
CUIVRE
BORE

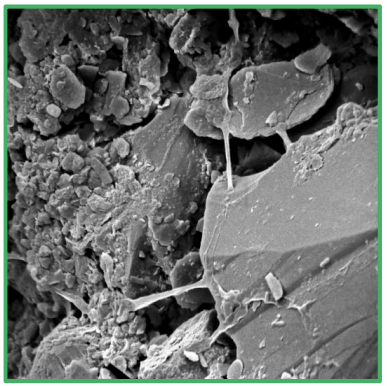
Province de Liège
Agriculture

La matière organique

Projet Noé/Noah

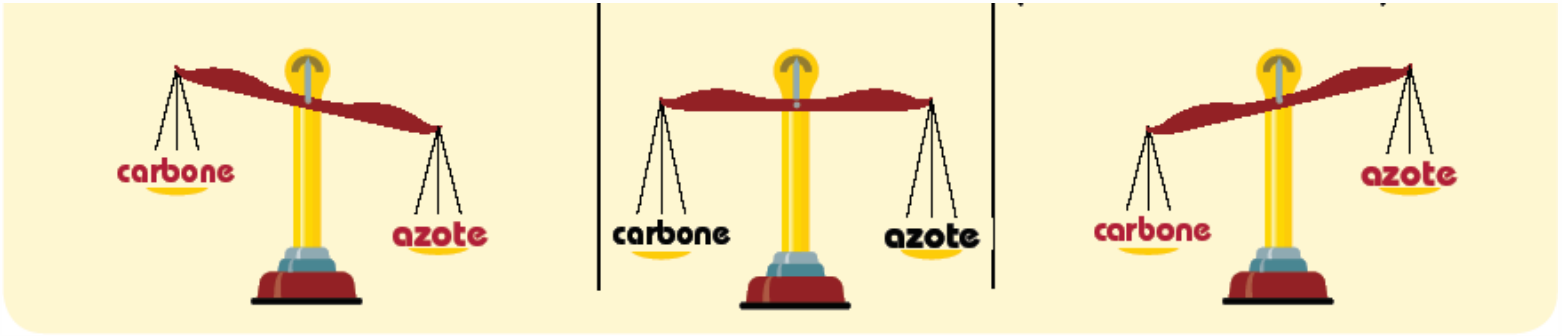
La matière organique du sol





Zone :					
	pH KCl [4] :	#	6.34	X	Neutre
	Humus (%) [6] :		10.5	X	Élevé
JA 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	



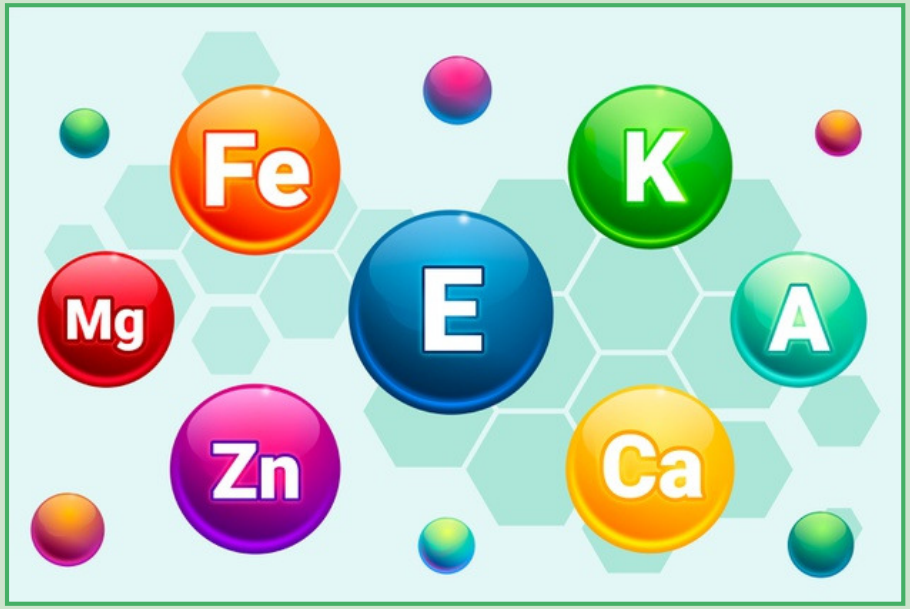
Minéralisation excessive

Bonne minéralisation

Minéralisation ralentie

Province de Liège
Agriculture

Les éléments minéraux



Projet Noé/Noah

Les éléments minéraux

Zone :				
	pH KCl [4] :	# 6.34	X	Neutre
	Humus (%) [6] :	10.5	X	Élevé
JA 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

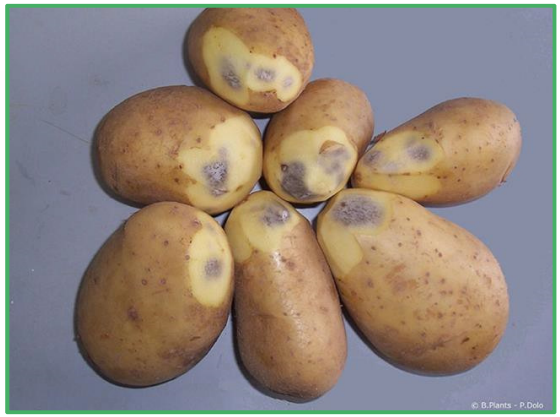
pH acétate [19] :	6.65
Taux d'argile (%) [24] :	18.62
CEC (cmol/kg) [21] :	16.0
Rapport C/N :	14.0
Minéralisation ralentie	
Rapport K/Mg :	2.3
Risque de carence en Mg	
Rapport Ca/Mg :	18.3
Rapport correct	

- 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 = Soustraction
- Rapport Ca/Mg: Ca : Mg = Division

© Arvalis - Carence K



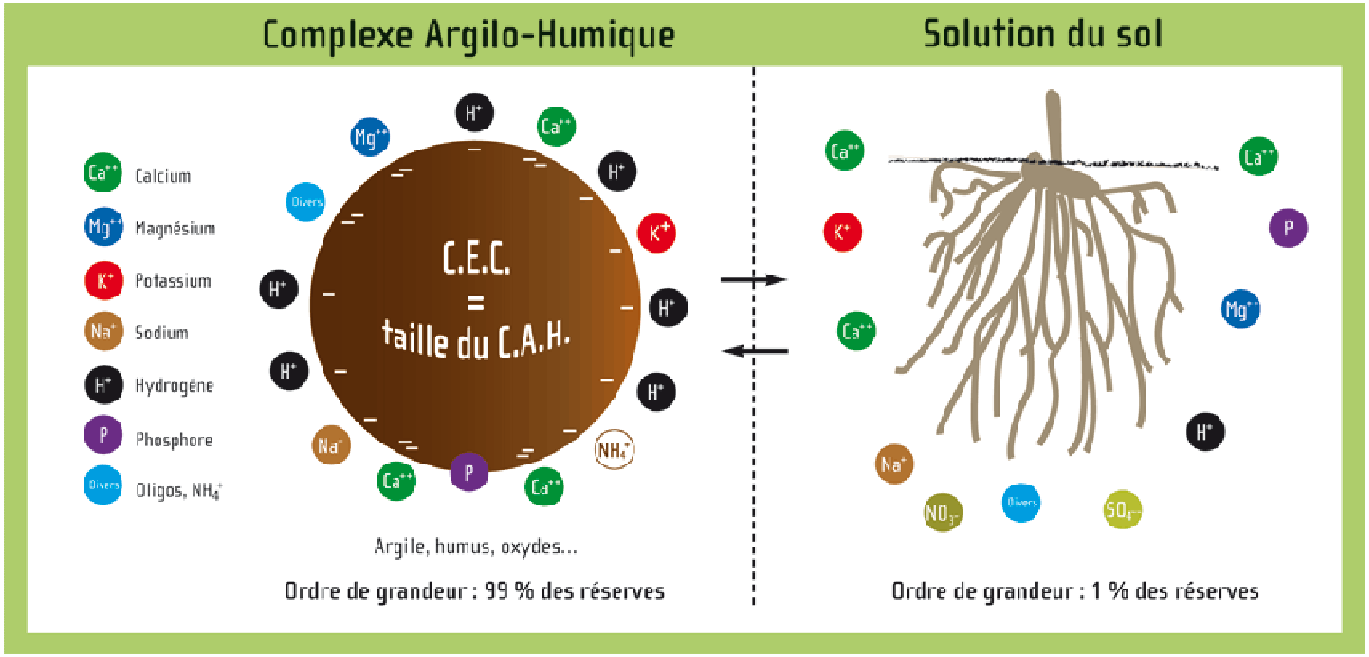
© B. Plants - Carence K

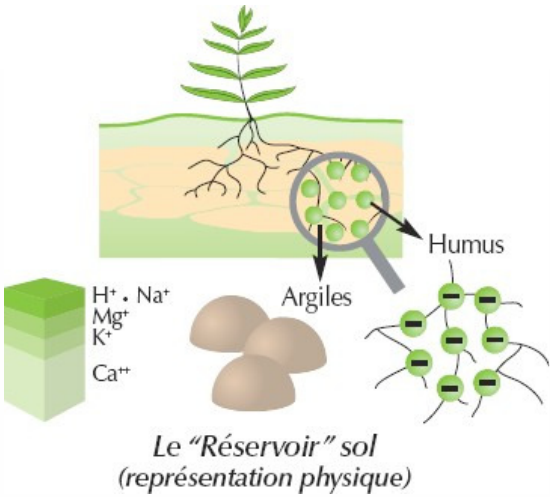
© Mapaq - Carence K

© Ephytia - Carence Mg

© Scot Nelson - Carence Ca

© Ephytia - Carence Ca





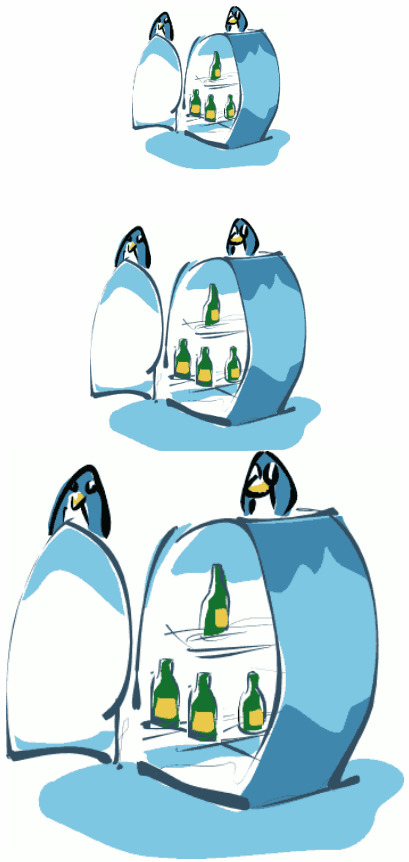
Le "Réservoir" sol
(représentation physique)

→ 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)



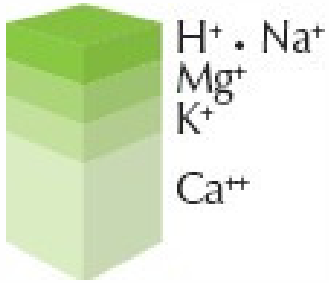
pH KCl :	5.78	X	Légèrement acide
Humus (%) :	2.9	X	Satisfaisant
* Nt (g/kg) :	1.5		
P (mg/100g) :	8.8	X	Élevé
K (mg/100g) :	18.4	X	Elevé
Mg (mg/100g) :	14.0	X	Elevé
Ca (mg/100g) :	177	X	Elevé
* Humus (%) :	10.5	X	Trop élevé
* Nt (g/kg) :	3.6		
P (mg/100g) :	12.5	X	Élevé
K (mg/100g) :	18.0	X	Bon
Mg (mg/100g) :	25.8	X	Elevé
pH KCl :	5.03	X	Acide
* Humus (%) :	11.7	X	Élevé
Nt (g/kg) :			
P (mg/100g) :	3.1	X	Bon
K (mg/100g) :	17.9	X	Faible
Mg (mg/100g) :	15.6	X	Bon
Ca (mg/100g) :	169	X	Bon

pH acétate : 6.63
Taux d'argile (%) : Nir 13.49
CEC (cmol/kg) : 9.1
Rapport C/N : 10.0
Bonne minéralisation
Rapport K/Mg : 1.3
Rapport correct
Rapport Ca/Mg : 12.7
Rapport correct

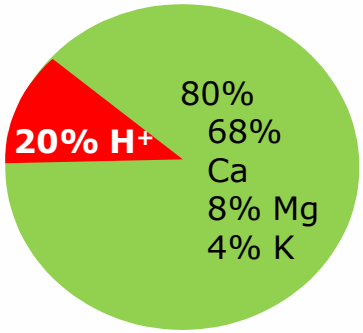
Taux d'argile (%) : Nir 17.35
CEC (cmol/kg) : 12.3
Rapport C/N : 15.0
Minéralisation ralentie
Rapport K/Mg : 0.7
Risque de carence en K
Rapport Ca/Mg : 7.7

pH acétate : 6.16
Taux d'argile (%) : Nir 30.92
° CEC (cmol/kg) : 27.4
Rapport C/N :
Rapport K/Mg : 1.1
Rapport correct
Rapport Ca/Mg : 10.8
Rapport correct

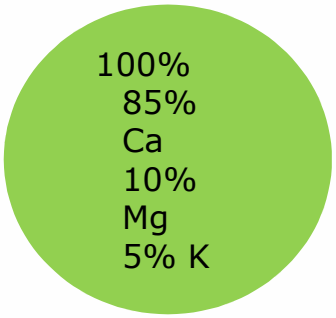
→ Interprétation du K,Mg et Ca…CEC (capacité du frigo)
→ Enrichir en fonction de la capacité de notre frigo !



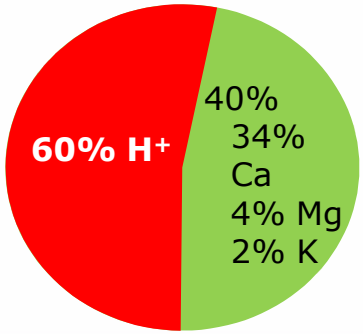
Niveau *BON*



Niveau *TRES ELEVE*



Niveau *TRES BAS*



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 :					
JA 99	pH KCl [4] :	#	6.34	X	Neutre
20J0099	Humus (%) [6] :		10.5	X	Élevé
	Nt (g/kg) [9] :		3.8		
	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	

Conseil de fumure pour 2 saisons culturales

Culture à fertiliser :

Jardin potager

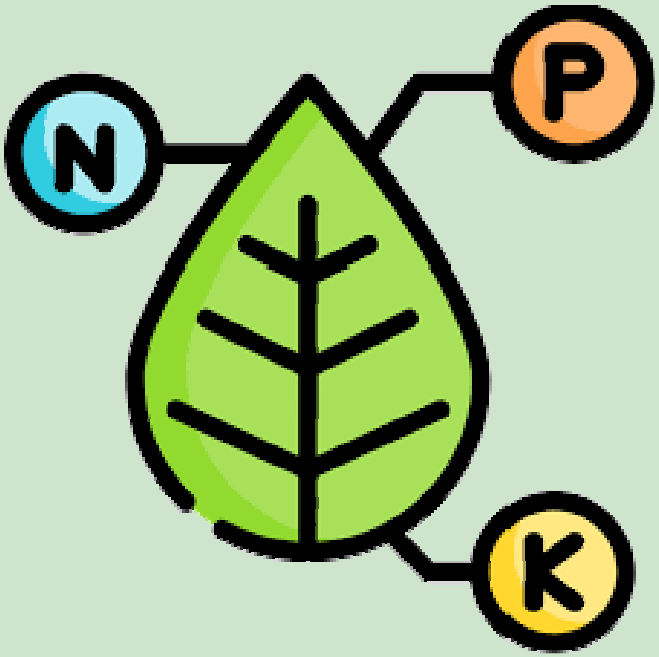
Apport pour 1 are :	Acide phosphorique Kg P2O5	Potasse Kg K2O	Magnésie Kg MgO	Azote Kg N	Chaux vive VN
19J0381	1.3	8.0	1.3	1.5	16.5

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

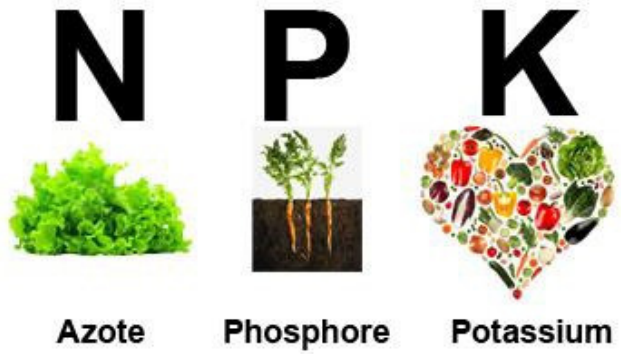
Province de Liège
Agriculture

Les apports



Projet Noé/Noah

Les apports



!!!! 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

Engrais pour tomates
Engrais pour potager
Engrais pour pommes de terre
…

<u>Fumier de cheval</u>

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

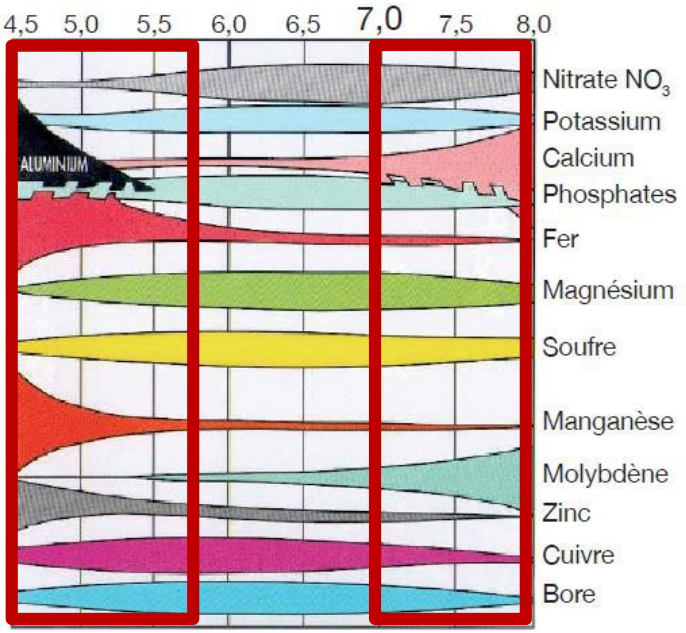
Province de Liège
Agriculture

Les oligo-éléments

Projet Noé/Noah

Les oligo-éléments

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

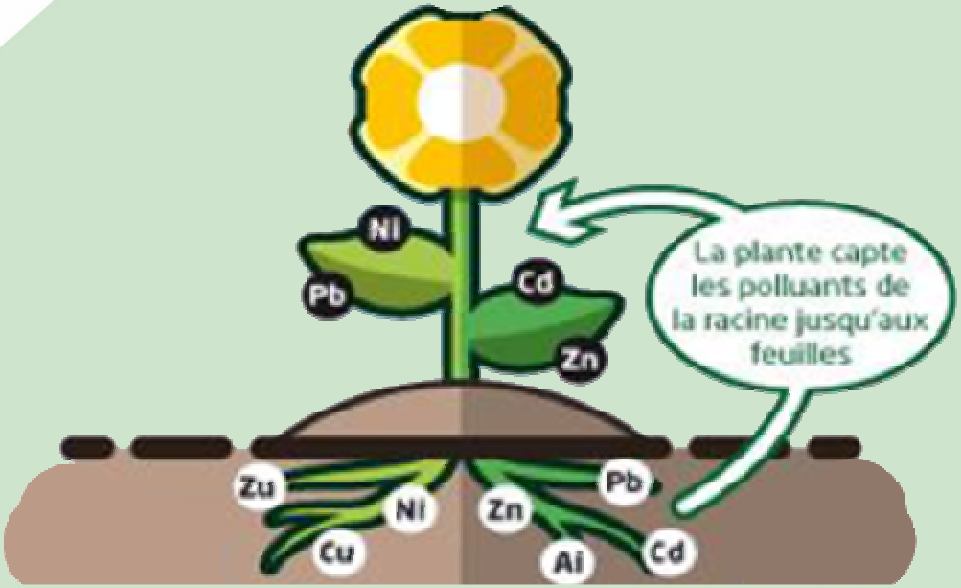


© irda – Carence Bore

© Gerbeaud - Chlorose Fer

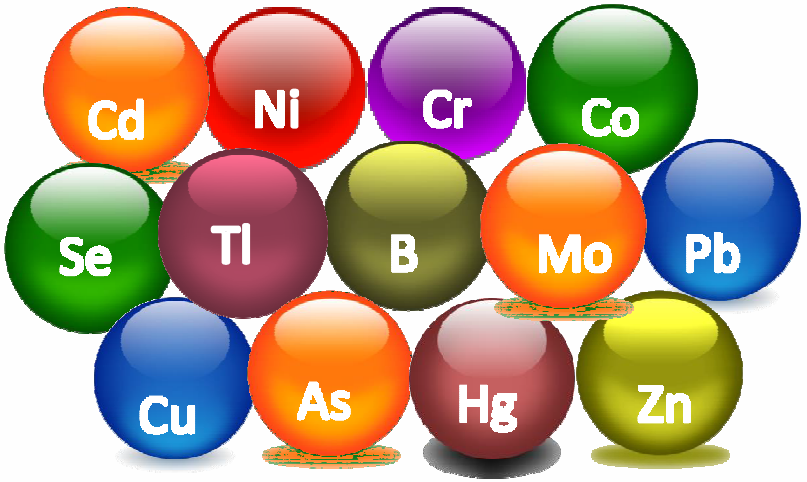
Province de Liège
Agriculture

Les métaux



Projet Noé/Noah

Les métaux



Eléments 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

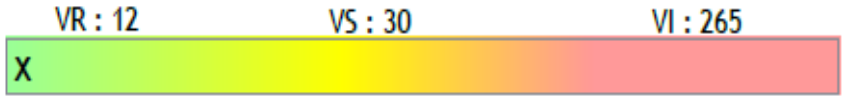
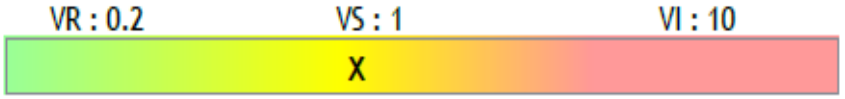
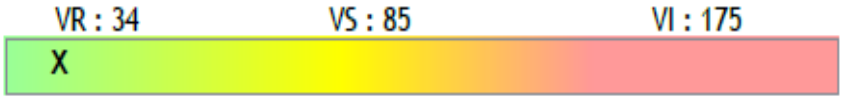
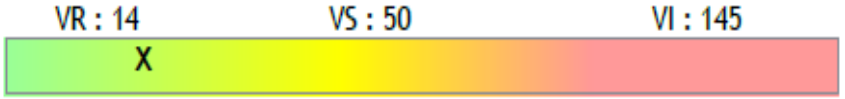
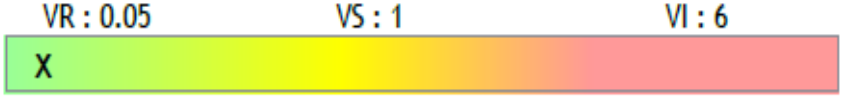
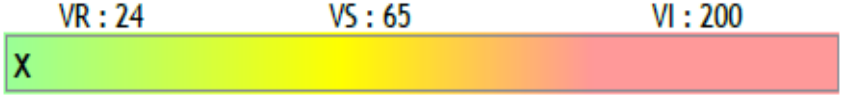
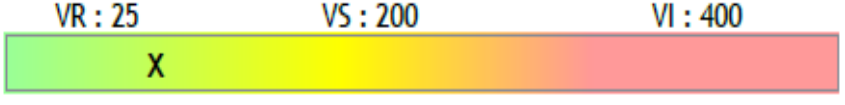
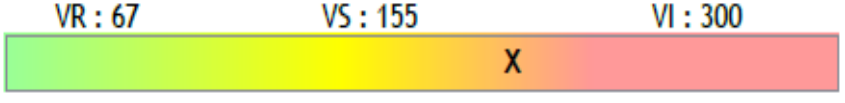
Caractéristiques physico-chimiques			
pH KCl [4] :	6,36	X	Neutre
Humus (%) [6] :	15,4	X	Trop élevé
Fer total (mg/kg TS) [30] :	31.890,50		

Teneurs en métaux lourds sont fonction du type d'usage

Mobilité influencée par le pH et le taux d'humus

Résultats analytiques

: Essais accrédités

Arsenic (mg/kg TS) :	< 10	
Cadmium (mg/kg TS) :	1,60	
Chrome (mg/kg TS) :	33,00	
Cuivre (mg/kg TS) :	19,00	
Mercure (mg/kg TS) :	< 0.5	
Nickel (mg/kg TS) :	15,00	
Plomb (mg/kg TS) :	64,00	
Zinc (mg/kg TS) :	200,00	
Molybdène (mg/kg TS) :	< 10	
Manganèse (mg/kg TS) :	730,00	
Cobalt (mg/kg TS) :		

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), bettrave rouge, brocoli, carotte (pelée), céleri à côtes, céleri-rave, cerisier, 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

Province de Liège
Agriculture

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

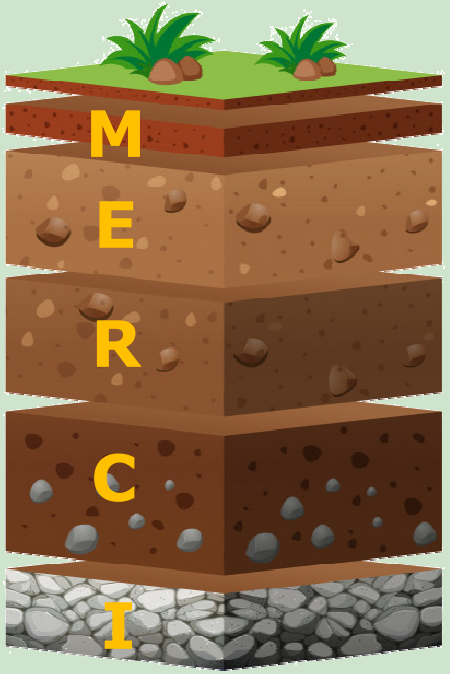
→ Bio intensif

→ Paillages

→ Fumier

Province de Liège
Agriculture

Merci de votre attention



Projet Noé/Noah

Interreg
EUROPEAN UNION
Grande Région | Großregion
NOE-NOAH
Fonds européen de développement régional | Europäischer Fonds für regionale Entwicklung