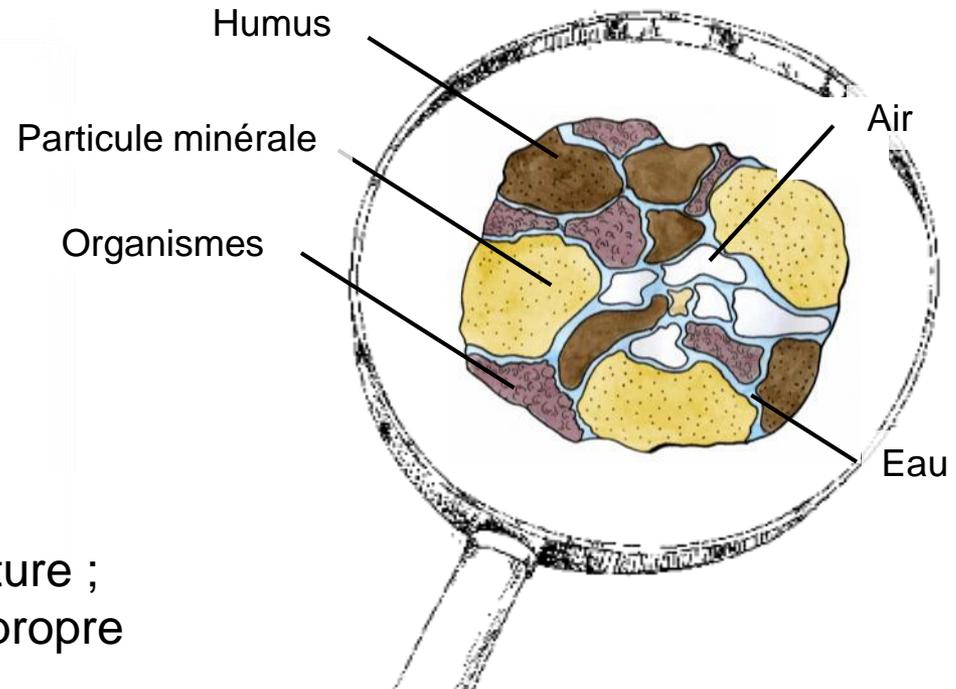


# Pourquoi la matière organique est-elle si importante ?



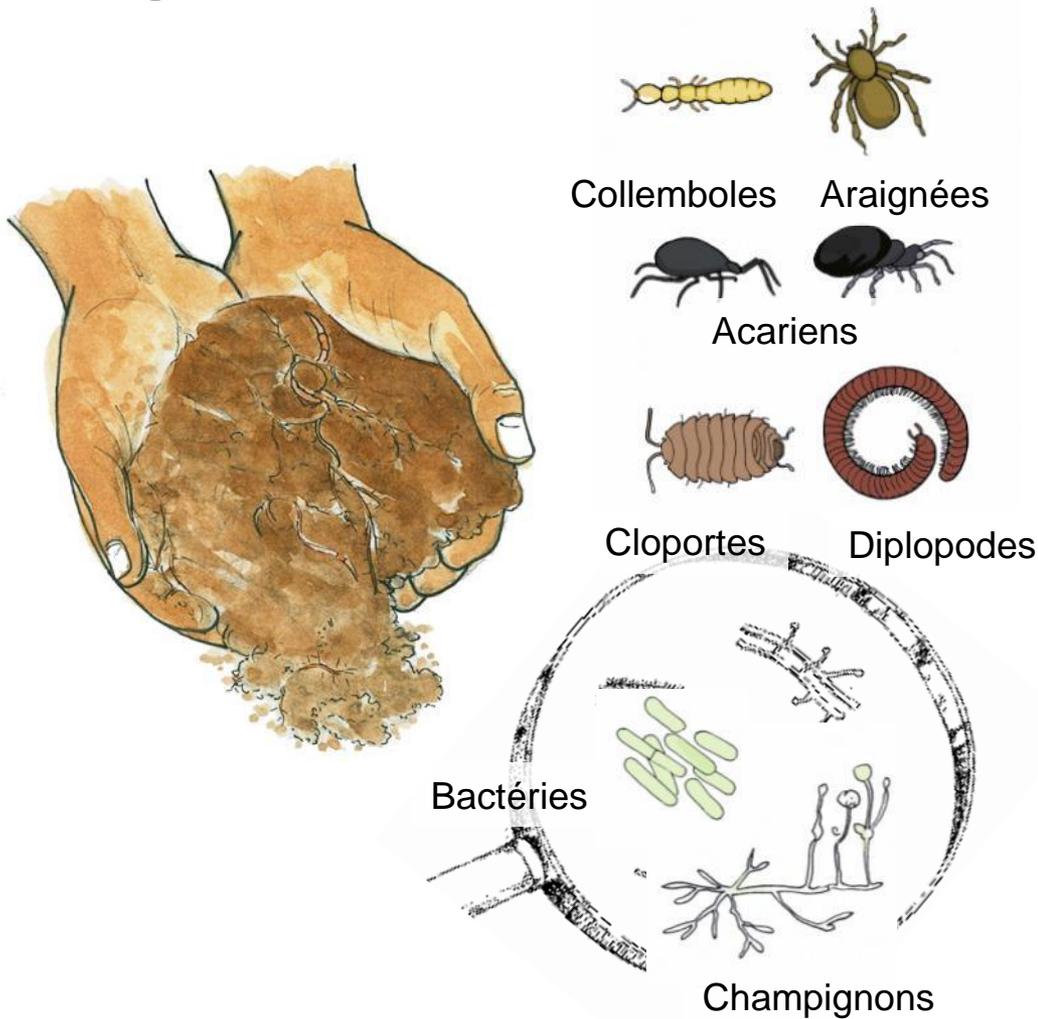
## La matière organique :

- confère aux sols une bonne structure ;
- peut retenir jusqu'à cinq fois son propre poids en eau ;
- offre de la nourriture et un habitat aux organismes bénéfiques du sol ;
- a une grande capacité à retenir les nutriments et à les libérer continuellement ;
- empêche les sols de devenir trop acides.

*Vue microscopique d'un agrégat composé de particules minérales, d'humus et d'organismes du sol*

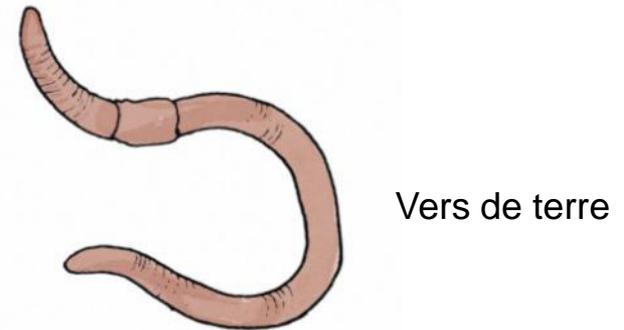


# Organismes du sol



## Les organismes du sol les plus grands :

- tirent la biomasse morte dans le sol ;
- se nourrissent de matières organiques et les mélangent au sol ;
- creusent des galeries et facilitent l'aération et le drainage du sol.



## Les micro-organismes du sol :

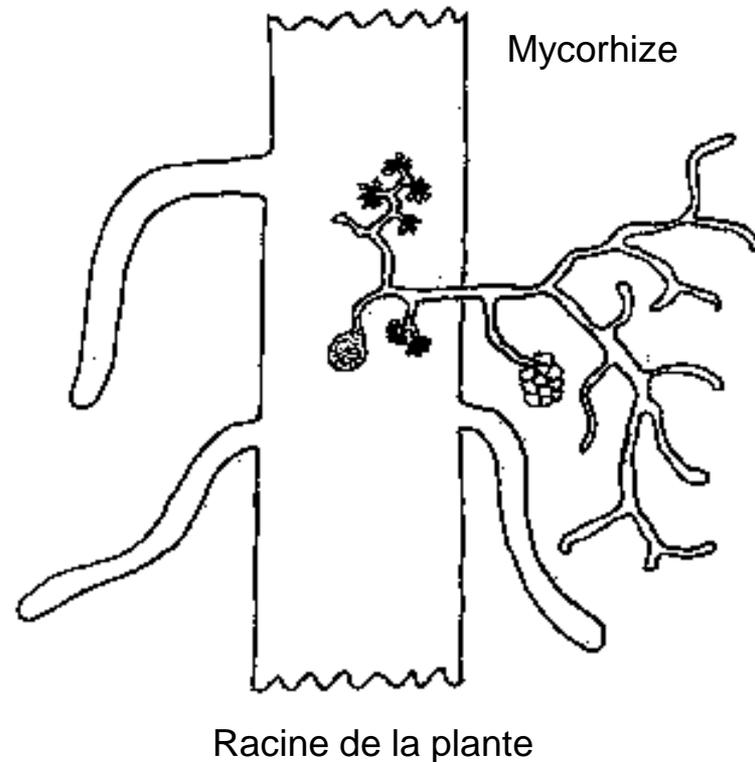
- décomposent la matière organique ;
- améliorent la structure du sol ;
- rendent les nutriments disponibles pour les plantes ;
- protègent les plantes contre les maladies.



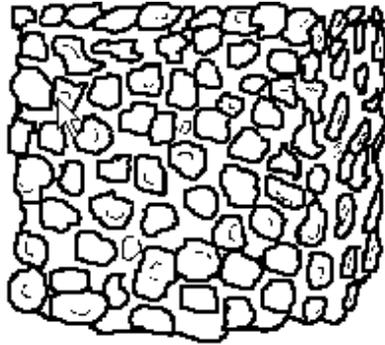
# Les mycorhizes : des organismes bénéfiques

## Les mycorhizes :

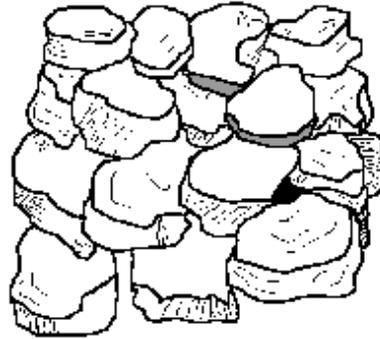
- sont une association symbiotique entre les racines d'une plante et un champignon mycorhizien ;
- augmentent la surface des racines et pénètrent dans les petits pores du sol ;
- aident les plantes à absorber les nutriments et l'eau ;
- améliorent la structure du sol et préservent l'humidité ;
- sont sensibles aux engrais et pesticides chimiques.



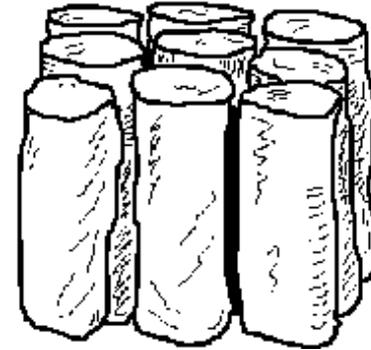
# Types de structures du sol



**Structure granulaire**



**Structure en blocs**



**Structure prismatique**



**Structure colonnaire**



**Structure lamellaire**



**Structure à grains isolés**



# Questionnaire d'évaluation des sols

<b>Propriétés tactiles : type de sol</b>	<i>Comment le sol est-il au toucher ?</i> Granuleux ? → riche en sable ; lisse, mais pas très collant ? → riche en limon ; lisse et collant ? → riche en argile ;
	<i>La terre est-elle assez collante pour former un cube et un boudin ? Essayez de modeler un cube de terre ferme. Ensuite, essayez de rouler le cube pour former un boudin fin.</i> Il n'est pas possible de former un boudin → sable ou limon sableux ; il est possible de former un rouleau fin → limon ou argile ;
	<i>Est-il possible de former un anneau stable ? Si vous avez réussi à former un boudin, essayez de le plier en un anneau. Qu'en est-il ?</i> Il n'est pas possible de former un anneau → limon ; anneau avec fissures à l'extérieur → terre argileuse légère ; anneau ferme sans fissures → terre argileuse lourde ;
<b>Propriétés visuelles : couleur et structure</b>	<i>Quelle est la couleur de la terre ? Quelle pourrait être la raison de cette couleur ?</i>
	<i>Trouvez-vous des résidus de plantes ? Lesquels ?</i>
	<i>Trouvez-vous des traces d'organismes du sol ? Lesquelles ?</i>
<b>Odeur</b>	<i>Le sol a-t-il une odeur ? Quel genre d'odeur ?</i>
<b>Informations sur le site</b>	<i>Dans quel type d'endroit l'échantillon a-t-il été prélevé ou sur quels sites trouve-t-on habituellement ce type de sol ?</i>
<b>Compatibilité avec une utilisation agricole</b>	<i>Comment ces sites sont-ils habituellement utilisés ? Quelles plantes y cultive-t-on ?</i>
	<i>Ce type de sol est-il adapté à une utilisation agricole ?</i>
	<i>Retiendra-t-il bien l'humidité ? Y aura-t-il de l'engorgement ?</i>
	<i>Est-il facile à labourer ? A-t-il une bonne structure ?</i>
	<i>Pensez-vous trouver des vers de terre dans ce type de sol ?</i>
	<i>Est-il riche en nutriments ? Quelles cultures y feriez-vous pousser ?</i>
<b>Traitements pour améliorer la fertilité des sols</b>	Travail du sol, labour :
	Fertilisation, fumure :
	Couvert végétal, paillage :
	Rotation des cultures, jachères :



# Les fonctions naturelles du sol

Produire des rendements adaptés aux conditions locales et de haute qualité

Neutraliser efficacement les agents pathogènes qui pénètrent dans le sol

Transformer efficacement les nutriments en rendements

Retenir et décomposer les polluants.

Offrir un habitat à une flore et une faune actives et abondantes

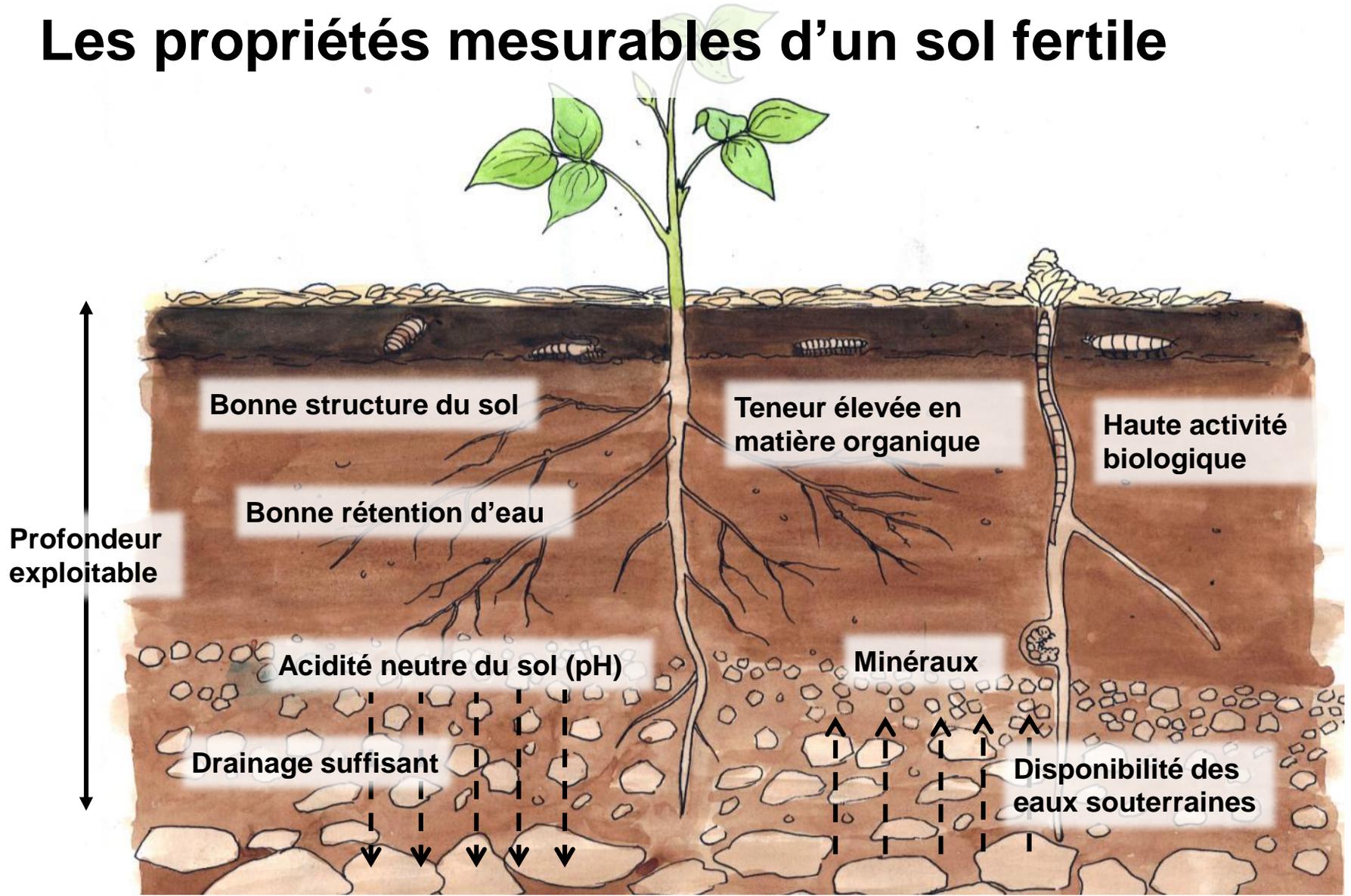
Retenir les nutriments dans le sol

Transformer les matières végétales et animales et boucler ainsi le cycle des nutriments

Stocker le CO<sub>2</sub>



# Les propriétés mesurables d'un sol fertile



# Principaux nutriments primaires : fonctions et symptômes courants de carence

Nutriments	Fonctions dans les plantes	Symptômes de carence	Commentaires
<b>Azote (N)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Nécessaire à la formation des acides aminés (les éléments constitutifs des protéines)</li> <li>› Essentiel à la division cellulaire (vitale pour la croissance des plantes)</li> <li>› Contribue à la production de glucides (composants de la chlorophylle des feuilles)</li> <li>› Affecte les réactions énergétiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Jaunissement général des plantes en commençant par les feuilles les plus anciennes (bas des plantes)</li> <li>› Croissance tardive et lente</li> <li>› Réduction de la floraison dans les cas graves</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Carence fréquente sur les sols pauvres en matière organique (&lt;0,4 %)</li> <li>› Les plantes contenant moins de 1,0 % de N sont généralement carencées</li> </ul>
<b>Phosphore (P)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Intervient dans la photosynthèse, la respiration, le stockage et le transfert d'énergie</li> <li>› Favorise la formation précoce des racines</li> <li>› Stimule la croissance et la maturité précoce</li> <li>› Améliore la qualité des fruits, des légumes et des céréales</li> <li>› Important dans la formation des graines et des fruits</li> <li>› Augmente l'efficacité de l'utilisation de l'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Croissance lente, faible et retardée</li> <li>› L'extrémité des feuilles a l'air brûlée, puis les feuilles plus anciennes prennent une couleur vert foncé à bleu ou violet rougeâtre dans les cas graves</li> <li>› Maturité retardée et faible production de graines et de fruits</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Carence fréquente sur les sols acides, les sols calcaires et les sols à texture grossière pauvres en matière organique</li> <li>› Meilleure absorption du P à un pH compris entre 6,5 et 7,5</li> </ul>
<b>Potassium (K)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Améliore la photosynthèse</li> <li>› Augmente l'efficacité de l'utilisation de l'eau</li> <li>› Essentiel à la synthèse des protéines</li> <li>› Important dans la formation des fruits</li> <li>› Améliore la qualité des graines et des fruits</li> <li>› Augmente la résistance aux maladies</li> <li>› Active les enzymes et contrôle leur vitesse de réaction</li> <li>› Requis pour la translocation des glucides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Retard de croissance (fréquent)</li> <li>› Chlorose le long du bord des feuilles</li> <li>› Tiges affaiblies, qui se couchent au sol (verse)</li> </ul>	<p>Carence fréquente sur les sols...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› intrinsèquement pauvres en K (teneur totale ou K non échangeable)</li> <li>› lessivés, à texture grossière</li> <li>› soumis à une culture intensive, fertilisés uniquement avec des engrais N et P</li> </ul>



# Caractéristiques des sols acides et cultures appropriées

## Caractéristiques des sols acides

- › PH inférieur à 6,5
- › Texture ouverte et structure très massive
- › Faible teneur en Ca et en Mg, quantité négligeable de sels solubles
- › Sables ou terreaux sableux bruns ou brun rougeâtre

## Cultures appropriées

4,5	agrumes, ananas
5,0	pomme, raisin, tabac, pastèque
5,5	manioc, coton, niébé, pois, tomate, sorgho, soja
6,0	chou, carotte, manioc, noix de cajou, chou-fleur, arachide, mangue, oignon, radis, épinard
6,5	luzerne, arachide, betterave à sucre



# Caractéristiques des sols alcalins et cultures appropriées

## Caractéristiques des sols alcalins et symptômes dans les cultures

- › PH supérieur à 7
- › Un taux élevé de sodium échangeable diminue la disponibilité du calcium et du magnésium pour les plantes.
- › Toxicité due à l'excès d'ions hydroxyle et carbonate
- › La croissance des plantes est affectée principalement par un déséquilibre nutritionnel.
- › Chez les variétés sensibles, le système racinaire est restreint et la floraison est retardée.
- › Brûlure des feuilles des plantes annuelles et des plantes ligneuses due à un excès de chlorure et de sodium

## Cultures appropriées

7–8

Asperge, banane, betterave, chou, chou-fleur, noix de coco, coton, concombre, datte, colza, goyave, maïs, citrouille, riz, sésame, sorgho, épinard, canne à sucre, tournesol, tomate



# Résistance à l'érosion des sols

## Bonne structure du sol :

- › Surface du sol friable avec des agrégats stables
- › De nombreux pores du sol permettant un drainage facile
- › Bonne pénétration des racines et bon enracinement des plantes



Sol fertilisé avec du compost et du fumier

## Mauvaise structure du sol :

- › Croûte de battance et mauvaise structure
- › Peu de pores et des couches de sol compactées entraînant un mauvais drainage
- › Mauvaise croissance des racines

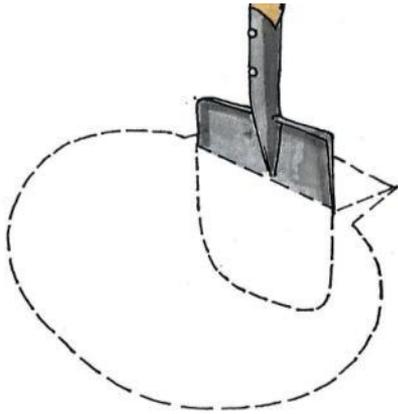


Sol fertilisé uniquement avec des engrais minéraux

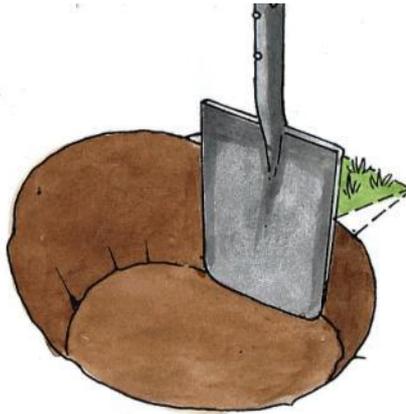
*Photos prises dans le cadre de l'essai comparatif à long terme DOC du FiBL en Suisse après le même événement pluvieux*



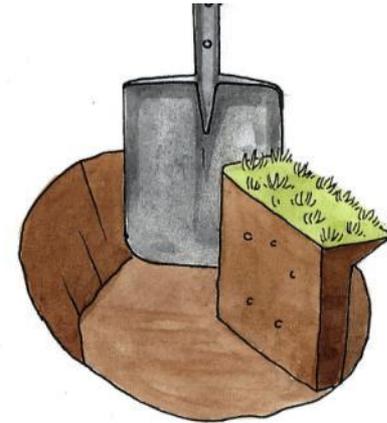
# Examen du sol à la bêche (1)



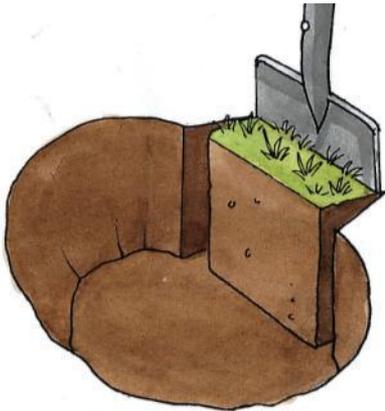
1. Choisir un endroit représentatif dans un (futur) champ de culture.



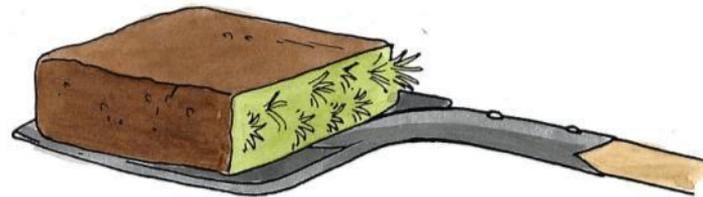
2. Avec une bêche plate, creuser verticalement le sol devant la face du sol à examiner.



3. Découper soigneusement un bloc de terre en évitant de le compacter ou de le déformer.



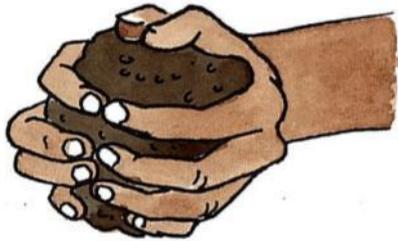
4. Retirer le bloc de terre avec précaution.



5. Présenter le bloc de terre de manière à pouvoir inspecter les couches de sol, la répartition de l'humus, les pores, les racines, etc.



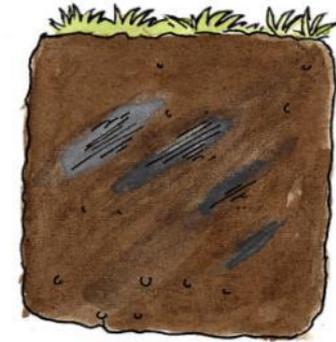
# Examen du sol à la bêche (2)



1. Quel est le taux d'humidité du sol ?



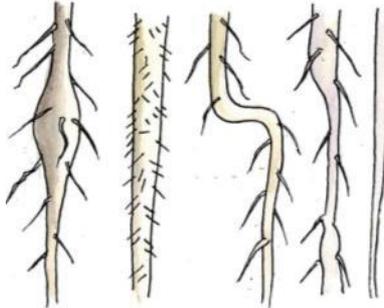
2. Quelle est son odeur ?



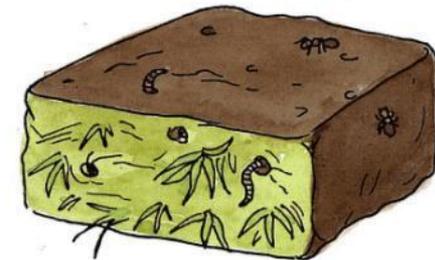
3. La coupe présente-t-elle des taches de couleur rouille et bleu-gris ?



4. Lorsque vous brisez la motte, s'effrite-t-elle en petits morceaux ou en parties plus grosses et ovoïdes ?



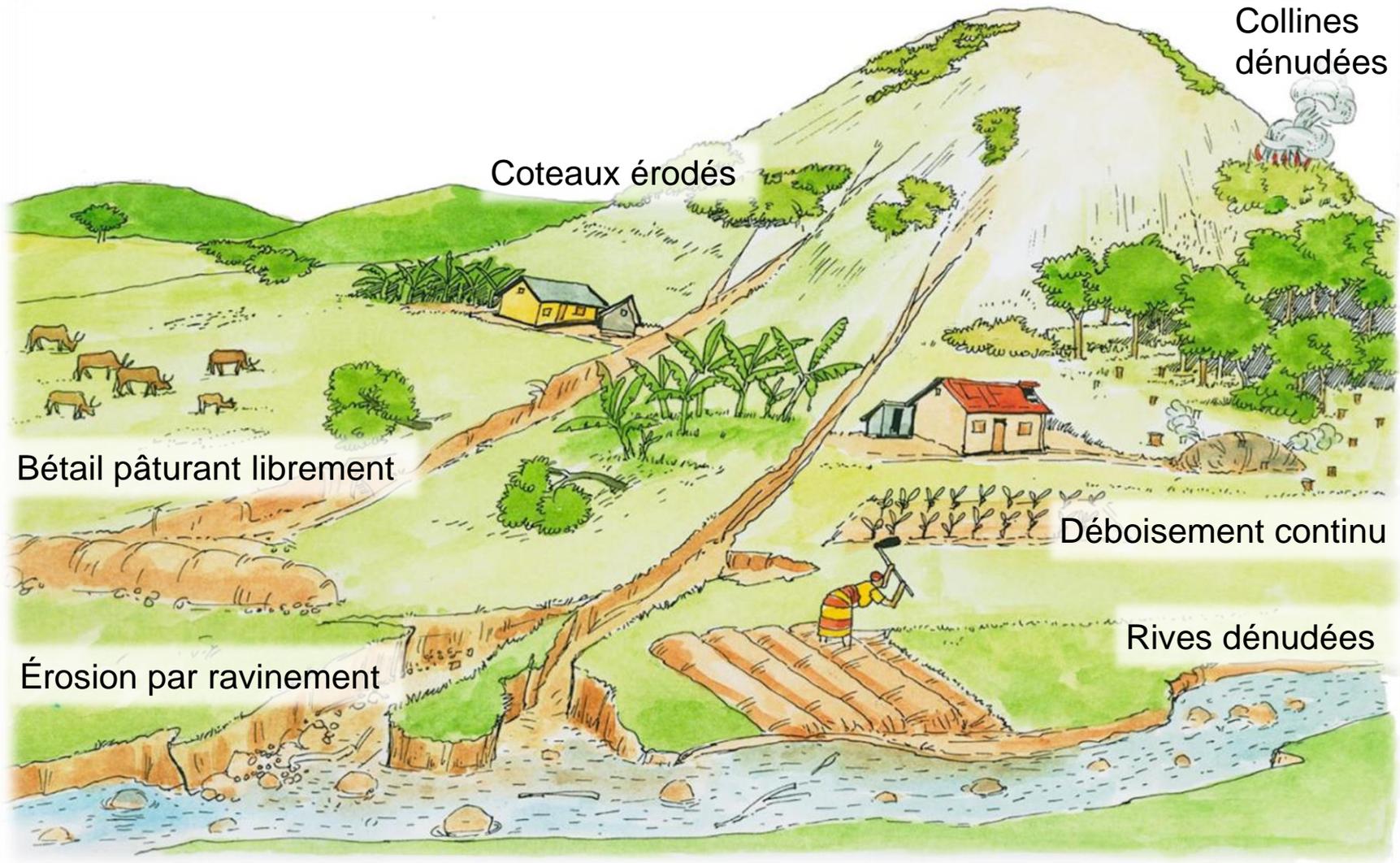
5. Les racines présentent-elles des signes de perturbation ?



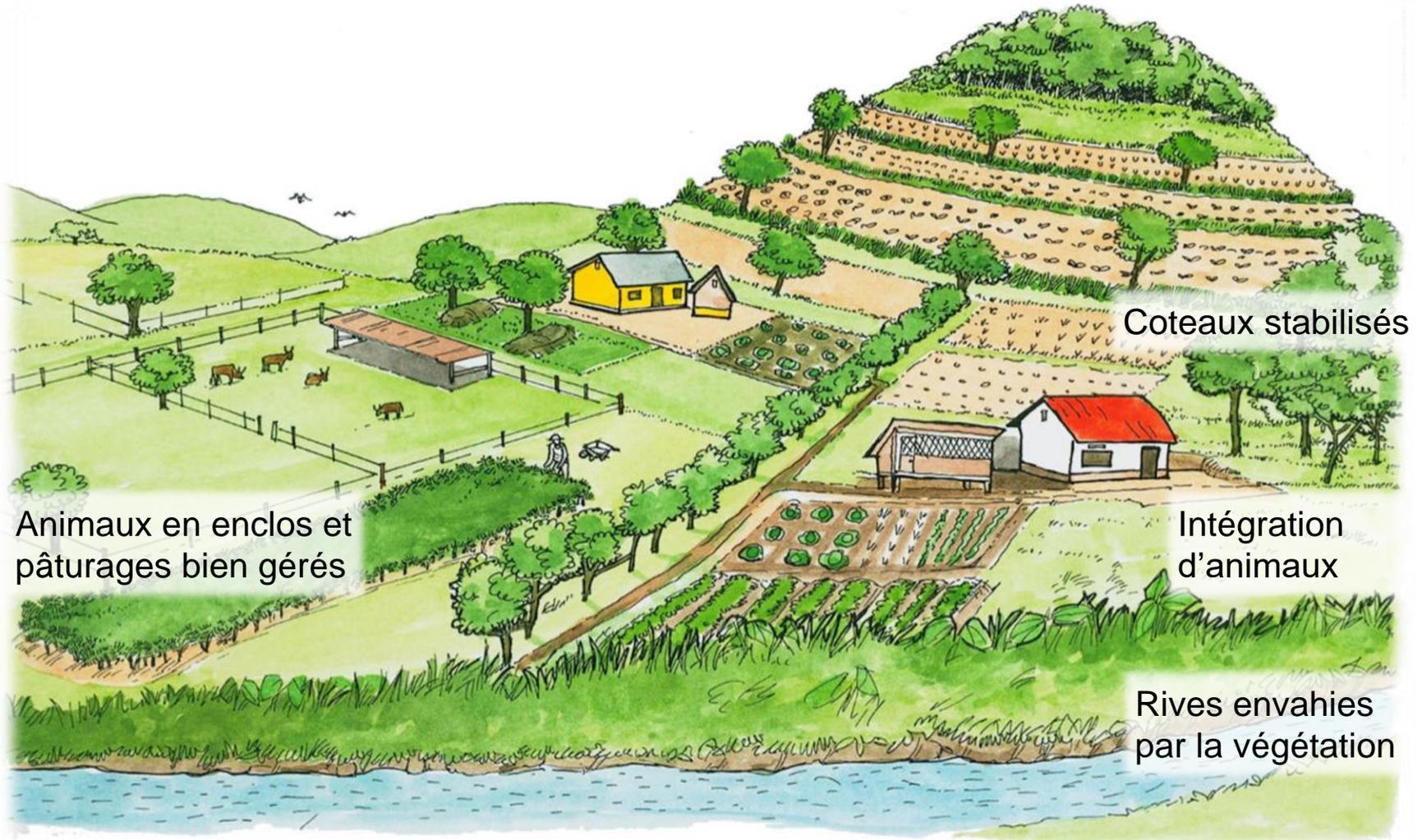
6. Y a-t-il des signes d'activité biologique ?



# Un paysage dégradé



# Un paysage bien géré



Animaux en enclos et  
pâturages bien gérés

Coteaux stabilisés

Intégration  
d'animaux

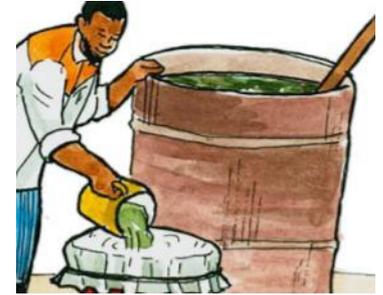
Rives envahies  
par la végétation



# Les trois étapes de la gestion biologique de la fertilité des sols

## Étape 3 : application de compléments

Améliorer et équilibrer la nutrition des plantes par l'application d'engrais et d'amendements du sol et l'irrigation



## Étape 2 : gestion de la matière organique du sol

Augmenter la teneur en matière organique du sol par l'apport de matières organiques

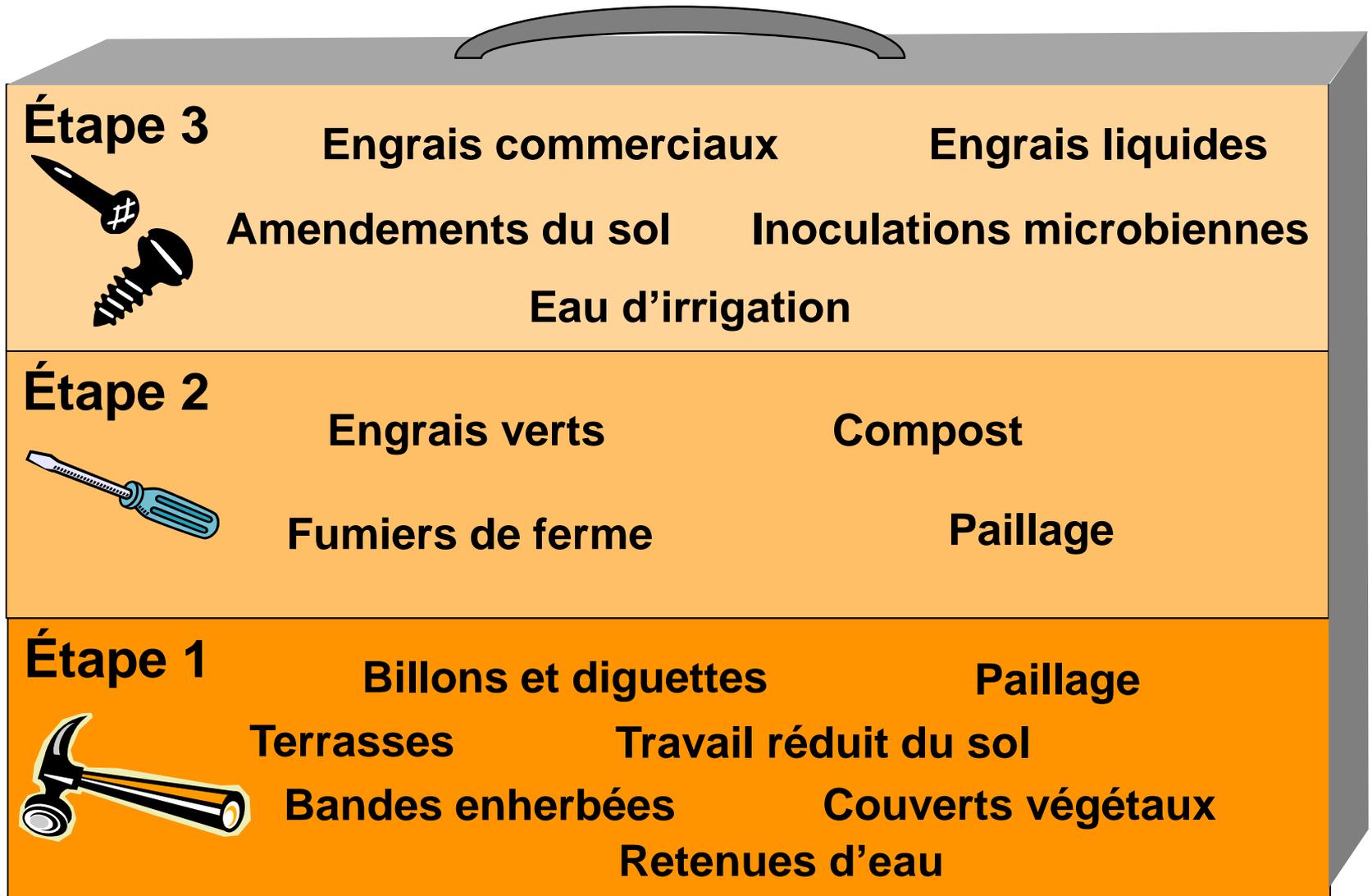


## Étape 1 : conservation des sols et de l'eau

Stabiliser et protéger le sol, récolter et conserver l'eau

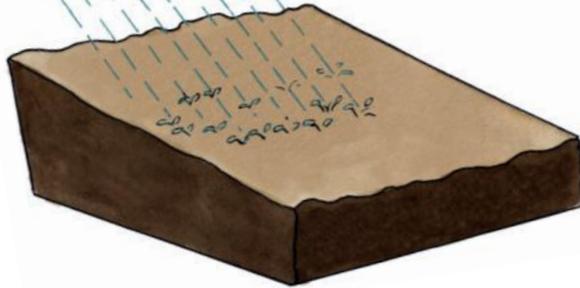


# Les outils de gestion de la fertilité des sols

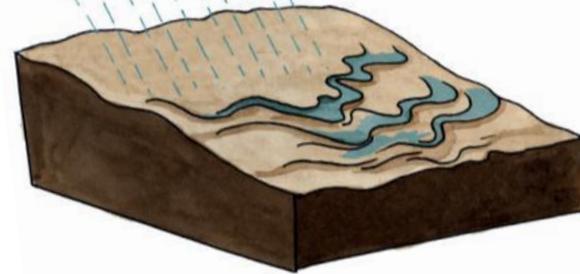


# Formes courantes d'érosion

Érosion par éclaboussement



Érosion en nappe



Érosion en rigole



Érosion par ravinement



# Différentes possibilités de couvrir le sol



Semer un couvert végétal



Recouvrir la terre d'un paillis



Couvrir la terre de résidus de culture



Cultiver les plantes dans un système à plusieurs étages



# Couverts végétaux pour lutter contre l'érosion

Espèces	Caractéristiques	Autres utilisations/alternatives	Intégration dans la ferme
<b>Arachide sauvage</b> ( <i>Arachis pintoi</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Pousse bien dans les climats humides, tolère l'engorgement et survit aux saisons sèches (4 mois)</li> <li>› Plante basse ; étouffe bien les adventices une fois établie</li> <li>› Convient au pâturage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Fourrage : destiné au pâturage ; s'associe bien aux graminées compétitives aux feuilles tranchantes ou dentées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Couverture du sol sous des cultures arboricoles comme l'avocat, la banane, le manioc, le cacao, le café, les agrumes, la mangue ou l'ananas</li> <li>› Pâturages permanents pour les systèmes de pâturage intensif</li> </ul>
<b>Luzerne du Brésil</b> ( <i>Stylosanthes guianensis</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Légumineuse herbacée vivace</li> <li>› Pousse dans les climats humides, mais tolère les sécheresses</li> <li>› Atteint 30 à 120 cm de haut</li> <li>› A un faible besoin en P</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Fourrage : pâturages, système <i>cut-and-carry</i> ou production d'aliments conservés ; combinaison avec des graminées envisageable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Légumineuse destinée principalement au pâturage</li> <li>› Couvert végétal dans les plantations et les vergers</li> <li>› Jachère</li> </ul>
<b>Siratro</b> ( <i>Macroptilium atropurpureum</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Légumineuse vivace et volubile</li> <li>› Pousse dans les climats humides, mais tolère les sécheresses</li> <li>› Besoin élevé en P</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Fourrage : peut être pâturé (faible pression) ; s'associe à des graminées hautes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Légumineuse destinée au pâturage</li> <li>› Couvert végétal dans les plantations</li> <li>› Jachère</li> </ul>
<b>Cucurbitacées</b> (pastèque, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Rampantes ou grimpantes</li> <li>› Pas de fixation de l'azote</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Aliments : fleurs et fruits commercialisables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Culture intercalaire dans les céréales</li> <li>› Rotation avec des cultures légumières</li> </ul>
<b>Graminées</b> (herbe à éléphant, <i>Tropic Lalo</i> <i>Paspalum</i> , etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Graminées vivaces stolonifères basses ou moyennes</li> <li>› Pas de fixation de l'azote</li> <li>› Harmonisent bien avec les légumineuses fourragères</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Fourrage : pâturage, système <i>cut-and-carry</i> ou production d'aliments conservés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Couverture du sol dans les cultures permanentes</li> <li>› Pâturage permanent ou fourrage</li> <li>› Culture en bandes alternées avec des légumineuses fourragères telles que <i>Leucaena</i> sp. et <i>Sabania</i> sp.</li> </ul>



# Possibilités de cultiver des couverts végétaux



Culture intercalaire dans les cultures annuelles



Culture en relais



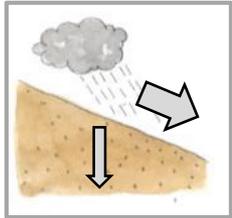
Rotation / jachère améliorée



Culture dans les cultures permanentes



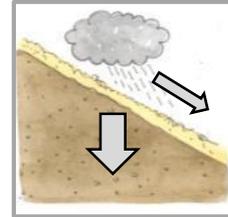
# Pourquoi utiliser du paillis ?



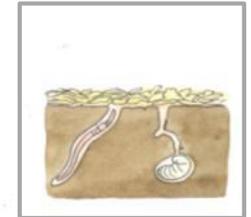
Forte érosion



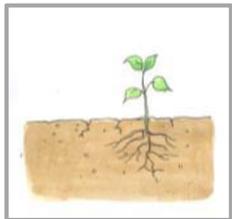
Faune du sol pauvre



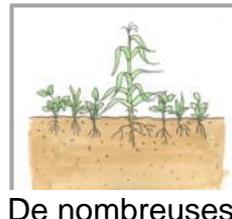
Réduction de l'érosion



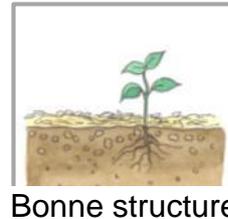
Faune favorisée



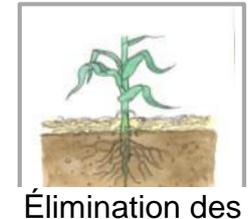
Mauvaise structure du sol



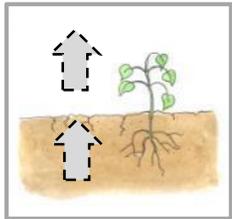
De nombreuses mauvaises herbes



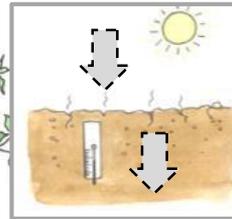
Bonne structure du sol



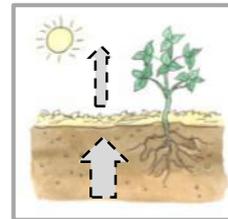
Élimination des mauvaises herbes



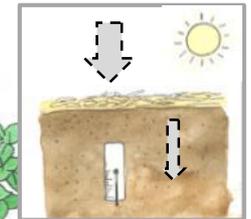
Forte évaporation



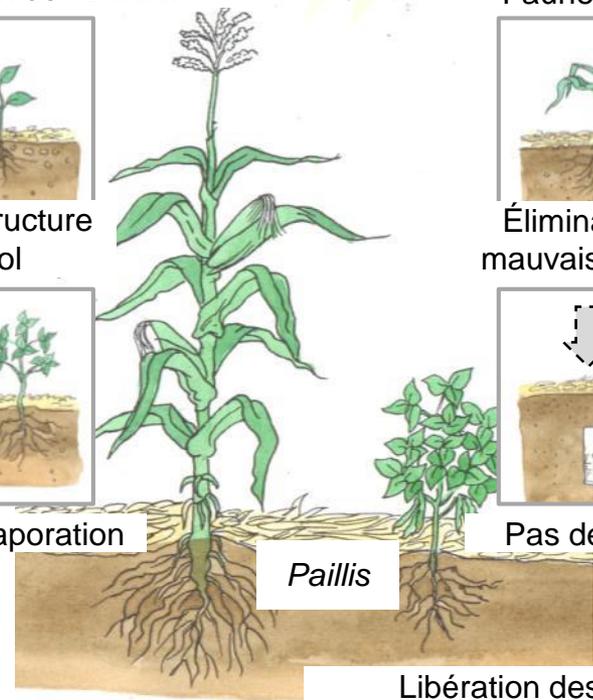
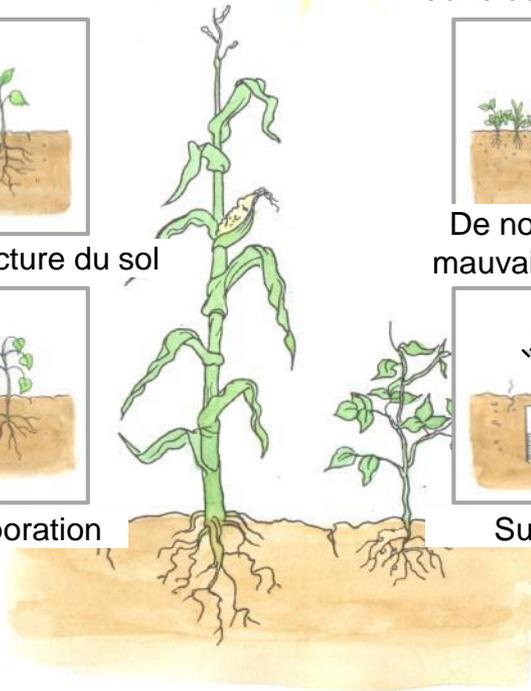
Surchauffe



Faible évaporation



Pas de surchauffe



Paillis

Libération des nutriments



# Comment réaliser un paillage ?

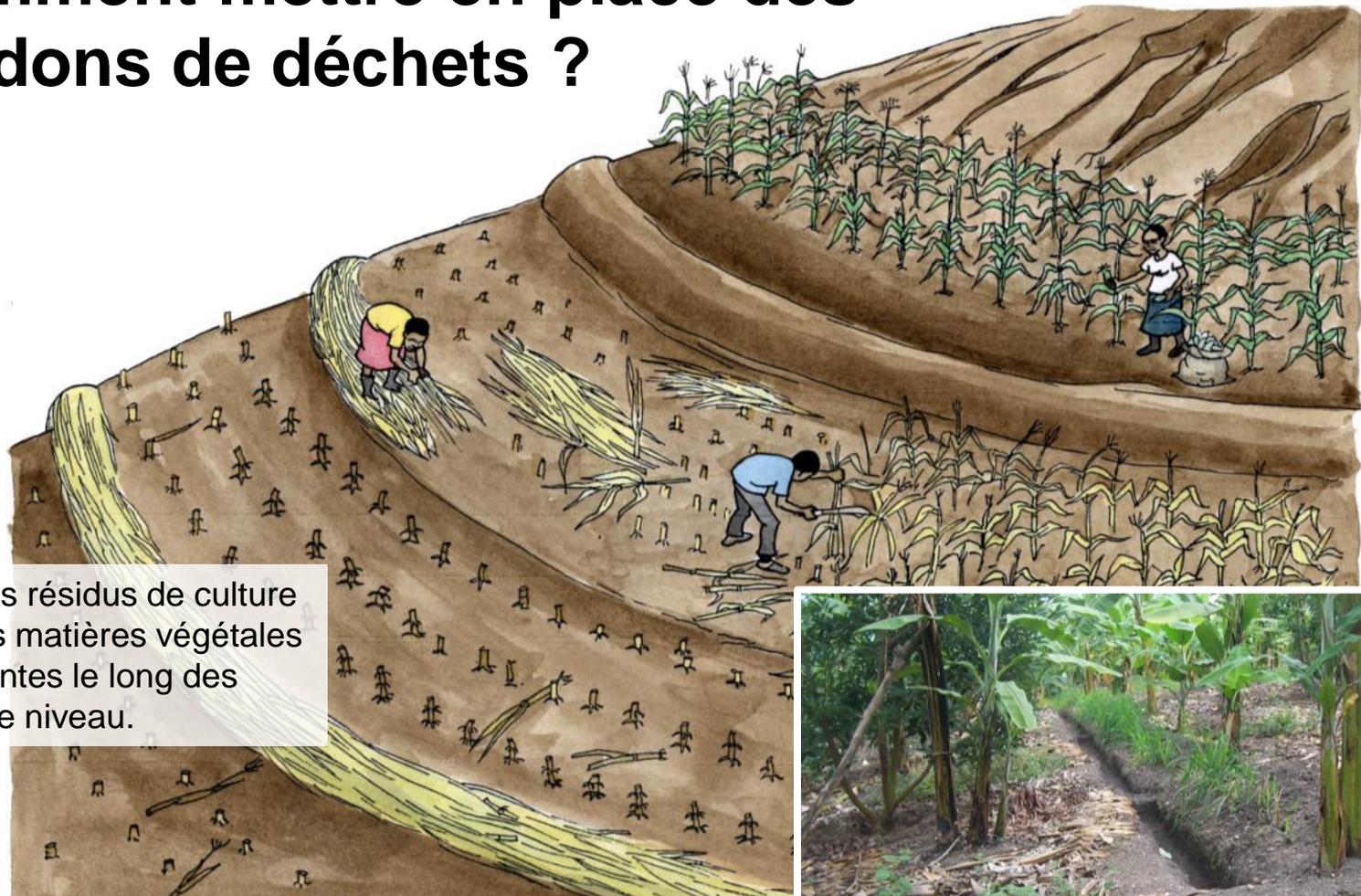


## Réalisation d'un paillage :

- › Étendre le paillis avant la saison des pluies.
- › La couche ne doit pas être trop épaisse.
- › Étendre le paillis en rangs ou autour de plantes isolées, en évitant le contact direct avec les tiges des plantes, ou le répartir uniformément sur l'ensemble du champ.



# Comment mettre en place des cordons de déchets ?



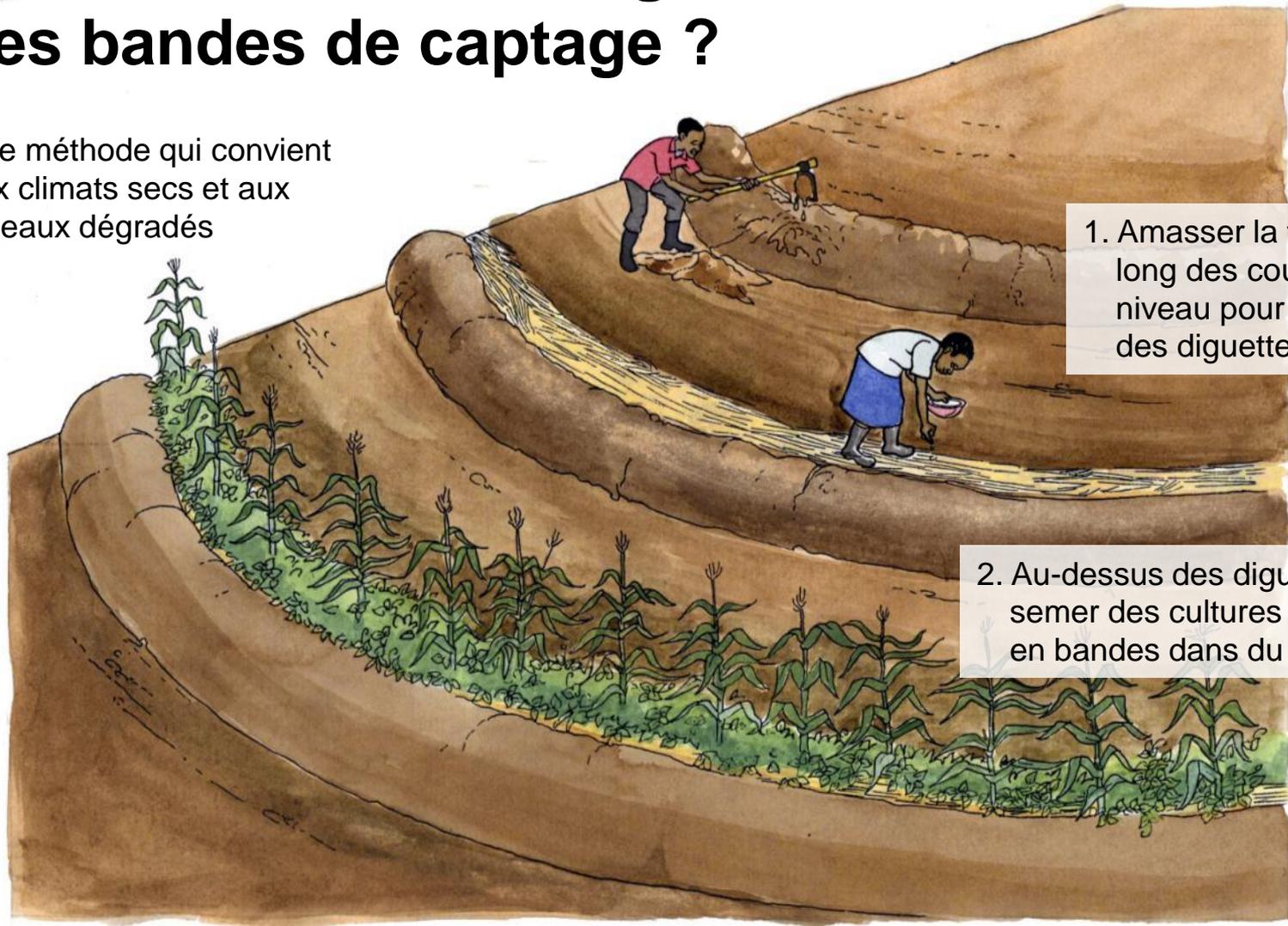
Aligner des résidus de culture et d'autres matières végétales encombrantes le long des courbes de niveau.

Pour assurer une lutte plus efficace contre l'érosion, les cordons de déchets sont combinés avec des billons, des fossés et des bandes de culture.



# Comment créer des diguettes et des bandes de captage ?

Une méthode qui convient  
aux climats secs et aux  
coteaux dégradés



1. Amasser la terre le long des courbes de niveau pour former des diguettes.

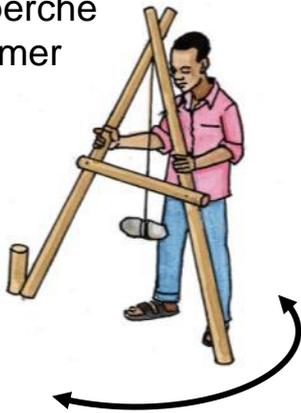
2. Au-dessus des diguettes, semer des cultures mixtes en bandes dans du paillis.



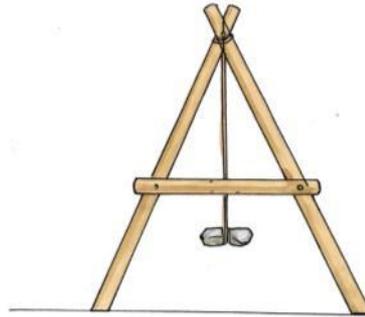
# Comment fabriquer et utiliser le cadre en forme de A ?



1. Attacher deux perches de 6 pieds et une perche de 4 pieds pour former un « A ».



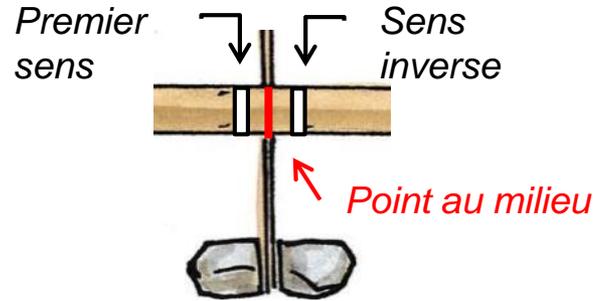
4. Balancer un pied vers le haut ou vers le bas de la pente, de sorte que la corde traverse la barre transversale exactement à l'endroit marqué.



2. Fixer une corde en haut du cadre et y attacher un poids.



5. Marquer l'endroit où se trouve le deuxième pied et continuer de la même manière.



3. Sur un sol nivelé, tourner le cadre en forme de A dans les deux sens et marquer l'endroit où la corde traverse la barre transversale, respectivement.



6. Ce procédé permet d'obtenir des courbes de niveau en travers de la pente.



# Comment mettre en place et utiliser des bandes enherbées ?

2. Couper l'herbe lorsqu'elle a poussé et l'utiliser comme fourrage ou comme paillis.

1. Planter de l'herbe le long des courbes de niveau.

3. Cultiver régulièrement un engrais vert pour améliorer la fertilité du sol dans la bande de culture.



Bandes enherbées servant de barrières



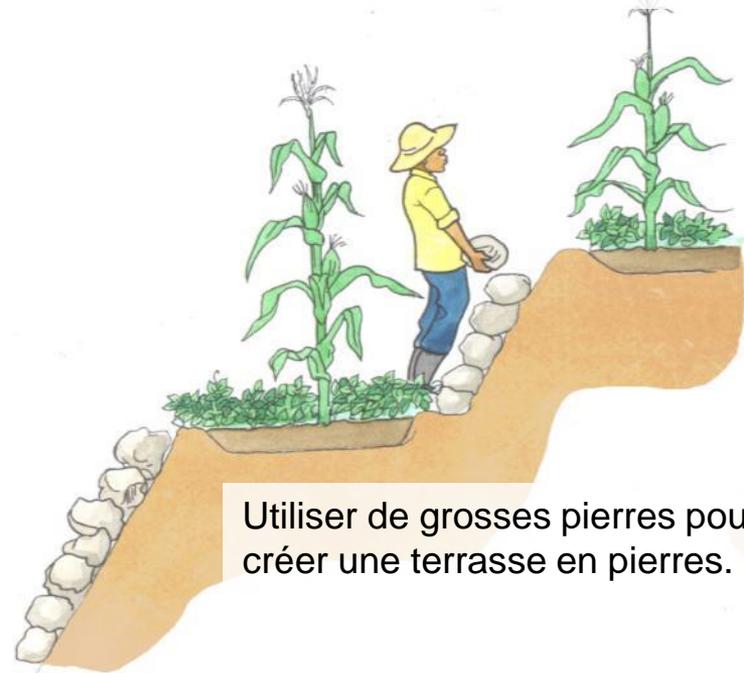
# Construire une banquette et une terrasse en pierres

Faire pousser des légumineuses arborescentes ou arbustives ou des arbres fruitiers sur les bords de la terrasse, le cas échéant.



Faire pousser de l'herbe sur les pentes pour stabiliser la terrasse.

Creuser la pente sur un angle et placer les pierres contre la pente.

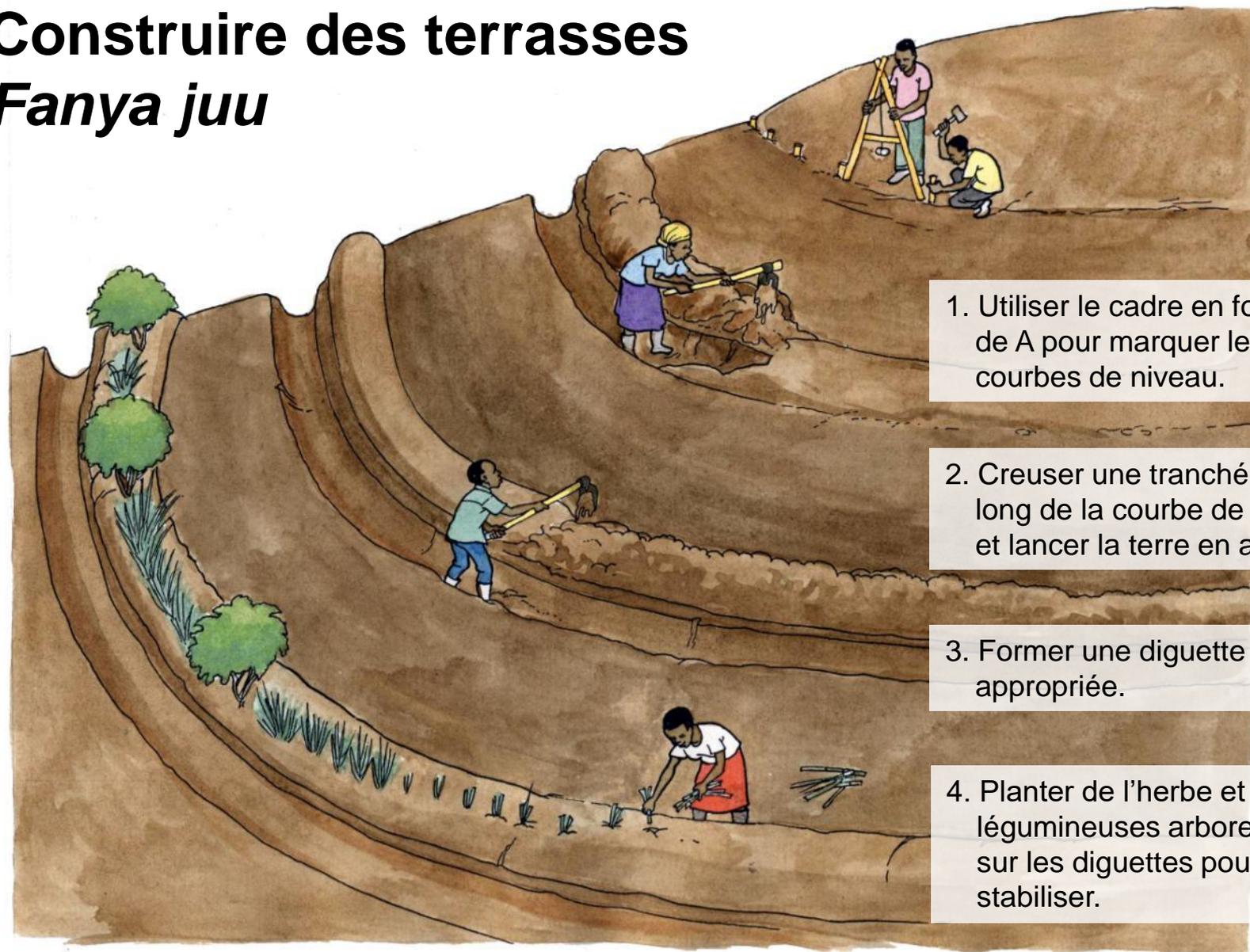


Utiliser de grosses pierres pour créer une terrasse en pierres.



# Construire des terrasses

## *Fanya juu*



1. Utiliser le cadre en forme de A pour marquer les courbes de niveau.

2. Creuser une tranchée le long de la courbe de niveau et lancer la terre en amont.

3. Former une diguette appropriée.

4. Planter de l'herbe et des légumineuses arborescentes sur les diguettes pour les stabiliser.



# Creuser des poquets



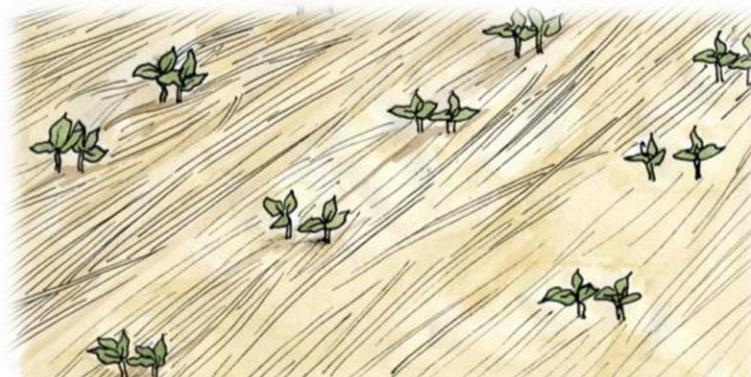
1. Creuser de petits trous (poquets) le long d'une corde.



3. Placer les graines dans les trous remplis.



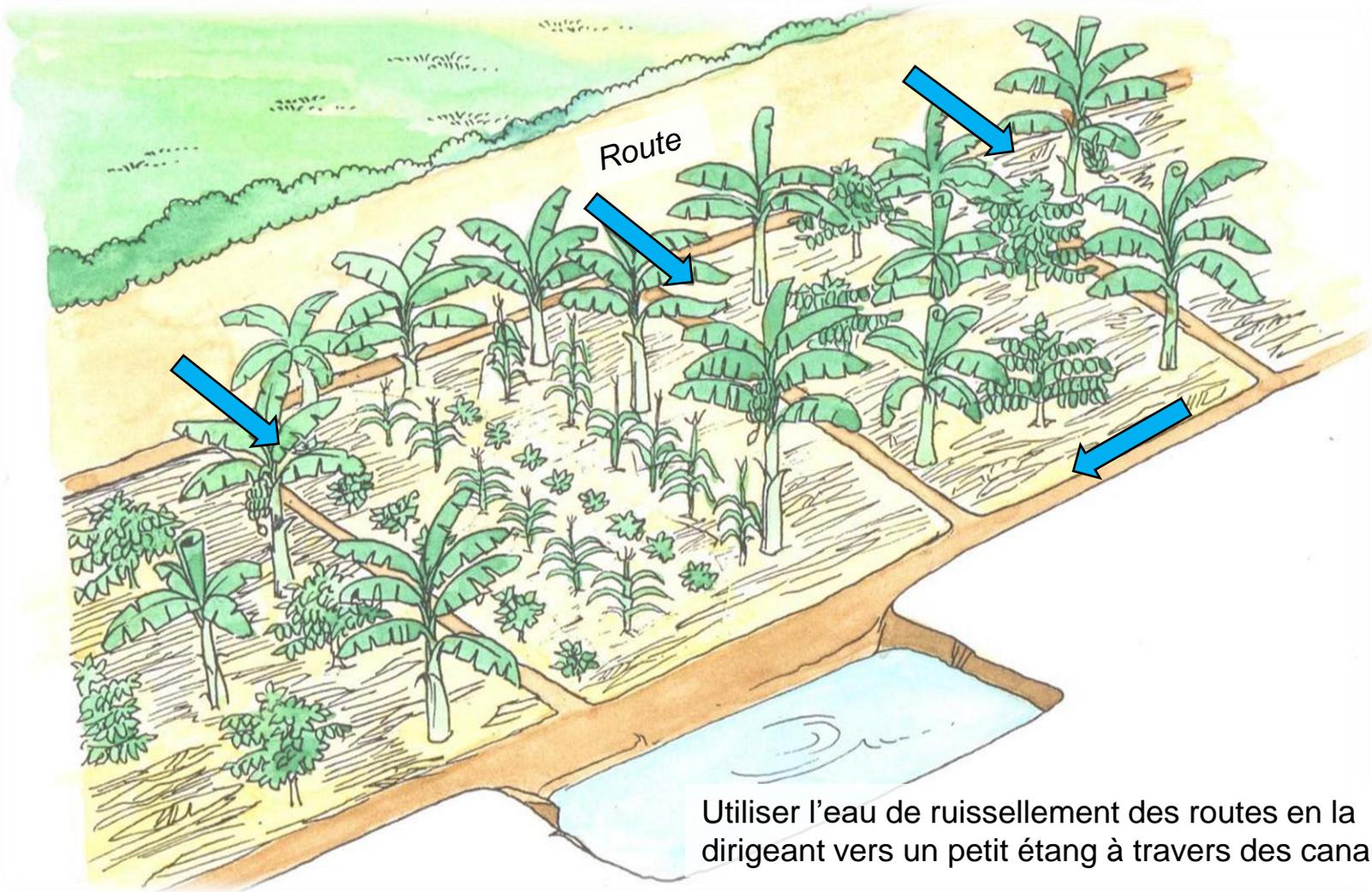
2. Remplir chaque trou d'un peu de compost ou de fumier pourri et le recouvrir de terre végétale.



4. Recouvrir les lignes de semis d'un paillis sec.



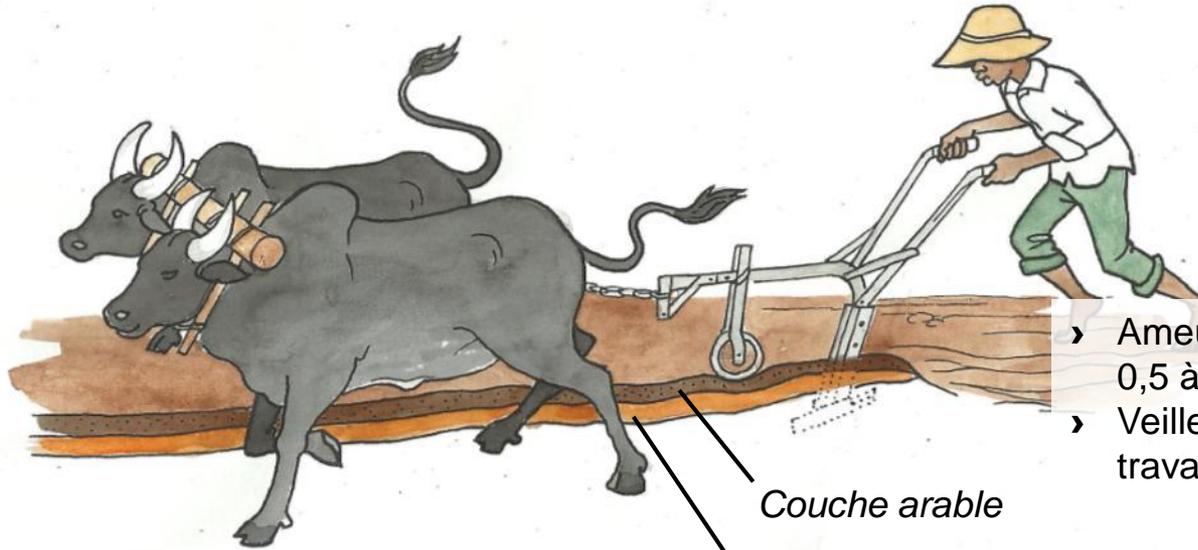
# Retenues d'eau



Utiliser l'eau de ruissellement des routes en la dirigeant vers un petit étang à travers des canaux.



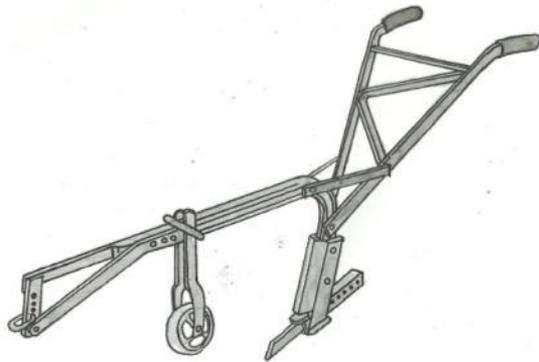
# Travail réduit du sol



- › Ameublir le sol à intervalles de 0,5 à 1 mètre.
- › Veiller à ce que la sous-soleuse travaille sous la semelle de labour.

Couche arable

Semelle de labour



Sous-soleuse utilisée pour briser une semelle de labour



Défonçeuse utilisée pour le travail réduit du sol



# Remise en culture des jachères



1. Couper la couverture végétale épaisse et l'utiliser comme paillis.



2. Semer des pois mascate dans le paillis sec.



3. Rouler les tiges du pois mascate à l'aide d'une poutre.



4. Défoncer la terre à travers le paillis sec avant de semer la culture régulière suivante.



# Sources de matières organiques de l'exploitation



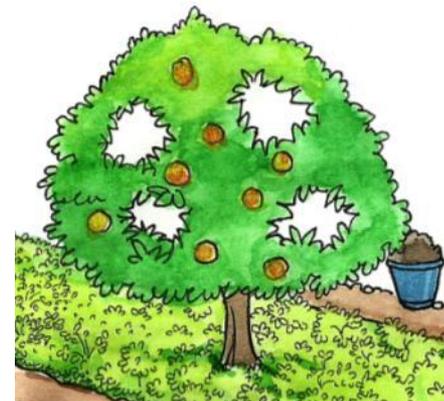
Rotation appropriée des cultures



Résidus de culture



Paillis



Couverts végétaux



Élagage



Engrais verts



Engrais organiques



Compost



# Avantages des engrais verts

Les engrais verts empêchent la perte de nutriments.

Les engrais verts fournissent de la matière organique au sol.

Les engrais verts à base de légumineuses fixent l'azote de l'air.



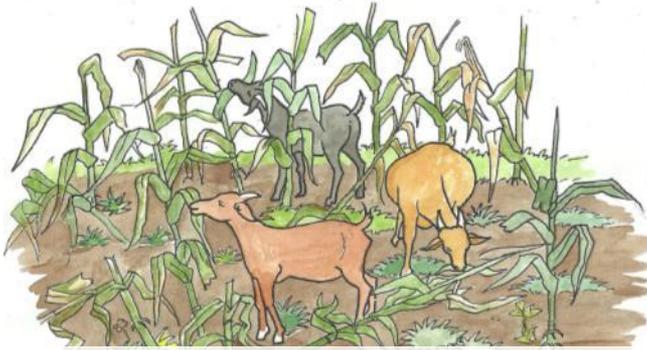
Les engrais verts couvrent le sol, empêchant ainsi l'érosion.

Les engrais verts étouffent les mauvaises herbes.

Certains engrais verts offrent un fourrage de haute qualité.



# Engrais verts en rotation ou en jachère améliorée



1. Laisser les animaux se nourrir des résidus de culture ou couper les résidus et les utiliser comme paillis.



2. Si possible, défoncer la terre avec des bœufs pour faciliter la croissance de l'engrais vert suivant.



3. Semer l'engrais vert lors des premières pluies.



4. Laisser pousser l'engrais vert jusqu'à la floraison ou plus longtemps, en cas de jachère améliorée.



5. Couper l'engrais vert et l'utiliser comme paillis ou l'incorporer au sol.



6. Semer la culture régulière suivante.



# Engrais verts cultivés en relais



1. Semer 1 ou 2 rangs d'un engrais vert entre les rangs de la culture principale établie.



2. Après la récolte de la culture principale, laisser l'engrais vert couvrir toute la surface du sol.



3. Couper l'engrais vert et l'enfourir dans la couche arable.

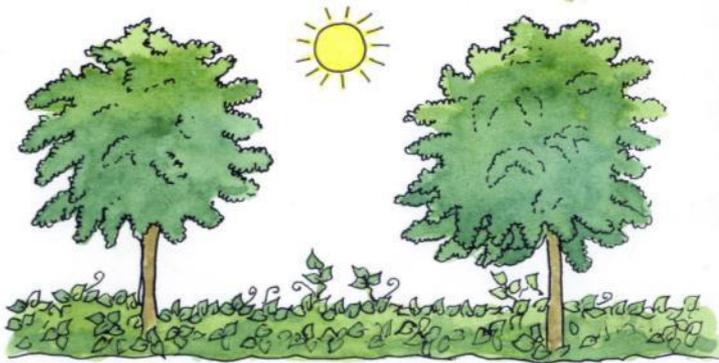


4. Semer la culture suivante.



# Culture en bandes alternées

La culture d'arbres en rangs entre des cultures annuelles crée un microclimat favorable à la croissance des cultures.



1. Pendant la saison sèche, les arbres offrent un ombrage dense sur les cultures en bandes.



2. Au début de la saison des pluies, on élague les arbres et sème les cultures annuelles.



3. Pendant la saison de croissance, on élague les arbres périodiquement, pour éviter la concurrence pour la lumière, et on utilise les feuilles comme paillis.



# Combiner culture en bandes alternées et engrais verts



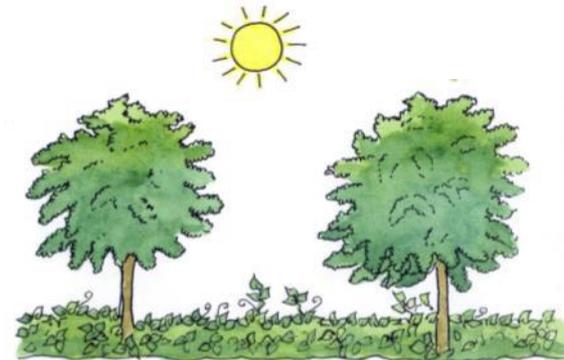
1. Avant les pluies, élaguer les légumineuses arborescentes et semer les cultures annuelles.



2. Pendant la saison des pluies, le sol est couvert et les cultures annuelles peuvent pousser.



3. À la fin de la saison des pluies, lorsque les cultures annuelles sont prêtes à être récoltées, semer l'engrais vert.



4. Pendant la saison sèche, l'engrais vert pousse et recouvre le sol. Avant les nouvelles pluies, l'engrais vert est coupé et incorporé au sol.



# Engrais verts couvrant bien le sol

Espèces	Caractéristiques	Autres utilisations/alternatives	Intégration dans la ferme
<b>Desmodium à feuilles vertes</b> <i>(Desmodium intortum)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Pousse sur un grand nombre de sols, mais ne tolère pas la salinité</li> <li>› Faible tolérance à la sécheresse</li> <li>› Vivace ; rimpant et grimpant</li> <li>› Production élevée de biomasse</li> <li>› Taux élevé de fixation de l'azote</li> <li>› Tolère l'ombre, mais pas la défoliation constante ou répétée (pâturage)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Fourrage : convient aux pâturages irrigués et non irrigués, à la conservation en tant que foin ou ensilage ainsi qu'aux systèmes <i>cut-and-carry</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Culture intercalaire avec le maïs et le sorgho dans des climats humides pour contrôler le foreur de tige <i>Chilo partellus</i> et les herbes sorcières</li> <li>› Couverture du sol sous les cultures permanentes</li> <li>› Peuplements mixtes avec des légumineuses ou des graminées</li> </ul>
<b>Lablab</b> <i>(Dolichos lablab, Lablab purpureus)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Tolérance élevée à la sécheresse une fois établi ; peut rester vert pendant toute la saison sèche</li> <li>› Grimpant</li> <li>› Production élevée de biomasse</li> <li>› Fixation de l'azote moyenne à élevée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Alimentation : feuilles, boutons floraux et gousses vertes comestibles</li> <li>› Fourrage : feuilles vertes ou séchées et graines séchées ; plantes vertes pour l'ensilage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Jachère améliorée après le maïs, pendant la saison sèche</li> <li>› Plante de couverture pour les cultures de plantations</li> <li>› Culture mixte avec des graminées d'été (fourrage de haute qualité)</li> </ul>
<b>Pois mascate</b> <i>(Mucuna pruriens)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Peut également pousser sur des sols très pauvres</li> <li>› Préfère les climats humides (mais pas l'engorgement) ; tolère une certaine sécheresse ; meurt pendant la saison sèche</li> <li>› Grimpant</li> <li>› Production élevée de biomasse</li> <li>› Fixe jusqu'à 150 kg de N par ha</li> <li>› Élimine les nématodes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Alimentation : jeunes feuilles, pois cuits</li> <li>› Fourrage : feuilles mélangées à de l'herbe à éléphant (4 fois plus que de feuilles)</li> <li>› Graines utilisables uniquement si elles sont bouillies pour faire des aliments concentrés</li> <li>› Résidus utilisables comme ensilage ou foin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Jachère améliorée sur des sols fortement dégradés (semis au début de la saison des pluies)</li> <li>› Cultures en relais dans les cultures céréalières avec élagage répété (et jachère de pois mascate ultérieure) ; semis de la culture suivante dans le paillis mort</li> <li>› Couverture du sol dans les agrumes ou le café</li> </ul>

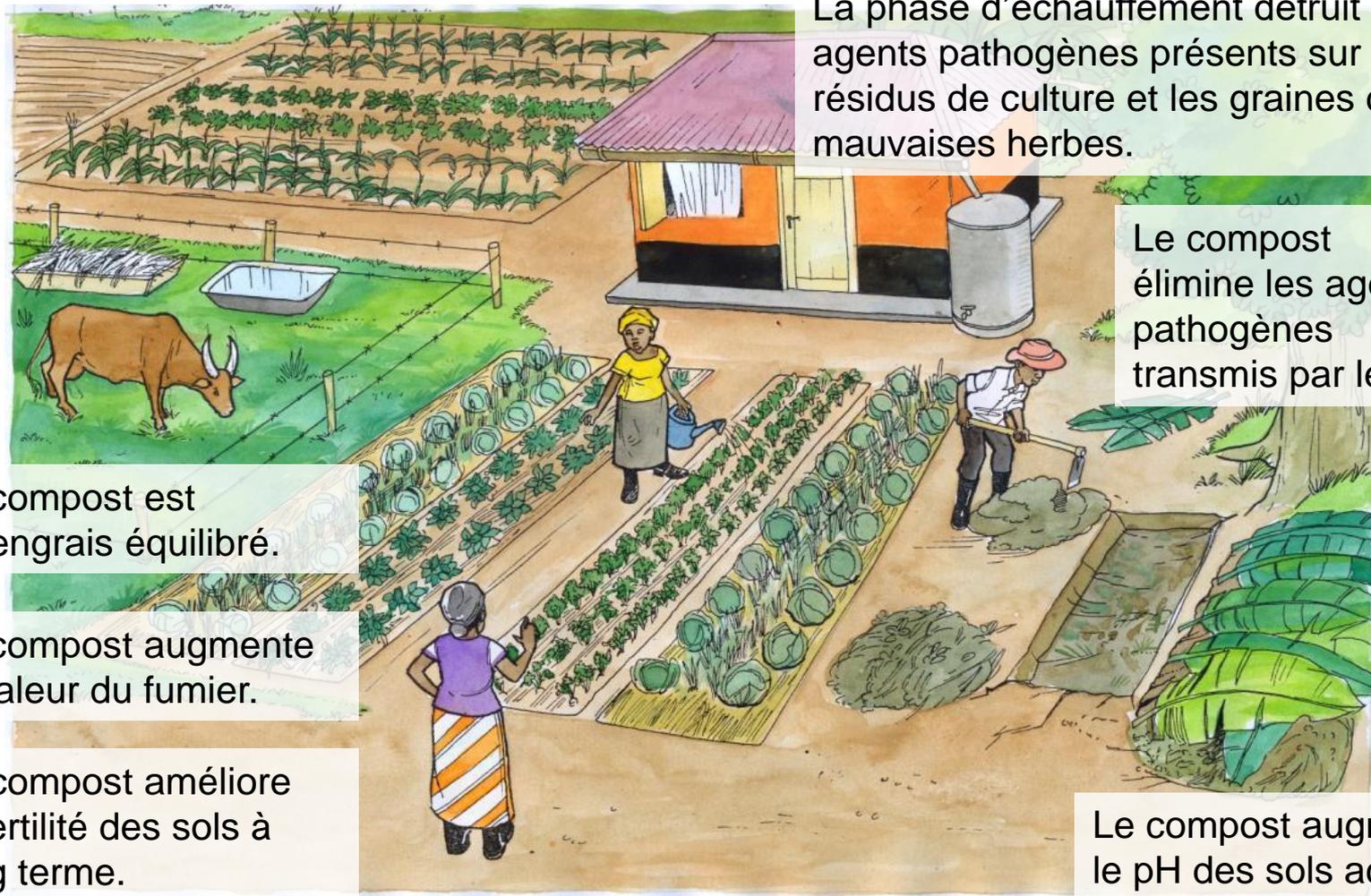


# Engrais verts à croissance verticale

Espèces	Caractéristiques	Autres utilisations/alternatives	Intégration dans la ferme
<b>Niébé</b> ( <i>Vigna unguiculata</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Grimpants, buissonnants ou dressé</li> <li>› Tolérance modérée à la sécheresse ; ne tolère pas l'humidité excessive du sol</li> <li>› Production modérée de biomasse</li> <li>› Fixation de l'azote : 50 à 100 kg par ha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Alimentation : jeunes feuilles, gousses vertes et haricots secs</li> <li>› Fourrage : fourrage frais (<i>cut-and-carry</i>), foin et ensilage (mêlé avec du sorgho ou du millet fourragers)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Culture intercalaire avec du maïs, du sorgho, du millet ou du manioc</li> </ul>
<b>Pois sabre</b> ( <i>Canavalia ensiformis</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Pour les climats humides et subhumides ; mais tolérance élevée à la sécheresse</li> <li>› Pousse sur des sols pauvres ou dégradés</li> <li>› Production modérée de biomasse</li> <li>› Fixation de l'azote : jusqu'à 230 kg par ha</li> <li>› La culture mature convient au paillage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Alimentation : jeunes feuilles, gousses tendres</li> <li>› Fourrage : utilisé en de petites proportions ; graines mures broyées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Culture intercalaire dans les jeunes bananiers, le cacao, le café, le manioc ou les patates douces</li> <li>› Culture en relais dans les cultures céréalières</li> </ul>
<b>Chanvre du Bengale</b> ( <i>Crotalaria juncea</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Pousse sur des sols pauvres ou dégradés</li> <li>› Annuel ; atteint jusqu'à 3 m de haut</li> <li>› Production modérée de biomasse</li> <li>› Fixation de l'azote : 100 à 200 kg par ha</li> <li>› Lutte contre les nématodes</li> <li>› Repousse si coupé avant la floraison</li> <li>› La culture mature convient au paillage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Alimentation : uniquement les jeunes feuilles</li> <li>› Fourrage : pas plus de 10 % de l'alimentation des bovins, ne pas le donner aux porcs</li> <li>› Répulsif pour insectes</li> <li>› Production de fibres libériennes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› En rotation culturale</li> <li>› Culture intercalaire dans des céréales ou cultures fourragères plus hautes</li> <li>› Culture intercalaire ou en relais dans les légumes, haricots, patates douces, manioc ou ananas</li> </ul>
<b><i>Crotalaria ochroleuca</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Tolérance élevée à la sécheresse</li> <li>› Atteint jusqu'à 2 m de haut ; repousse, s'il n'est pas coupé trop bas</li> <li>› Élimine les nématodes</li> <li>› Peut également être utilisé comme paillis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Aliment : jeunes feuilles, gousses, fleurs</li> <li>› Fourrage : les feuilles seraient non toxiques avant la floraison</li> <li>› Insecticide : graines utilisées lors du stockage pour éloigner les charançons</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Culture intercalaire dans des cultures vivrières ou de rente</li> </ul>



# Pourquoi investir dans la production de compost ?



La phase d'échauffement détruit les agents pathogènes présents sur les résidus de culture et les graines de mauvaises herbes.

Le compost élimine les agents pathogènes transmis par le sol.

Le compost est un engrais équilibré.

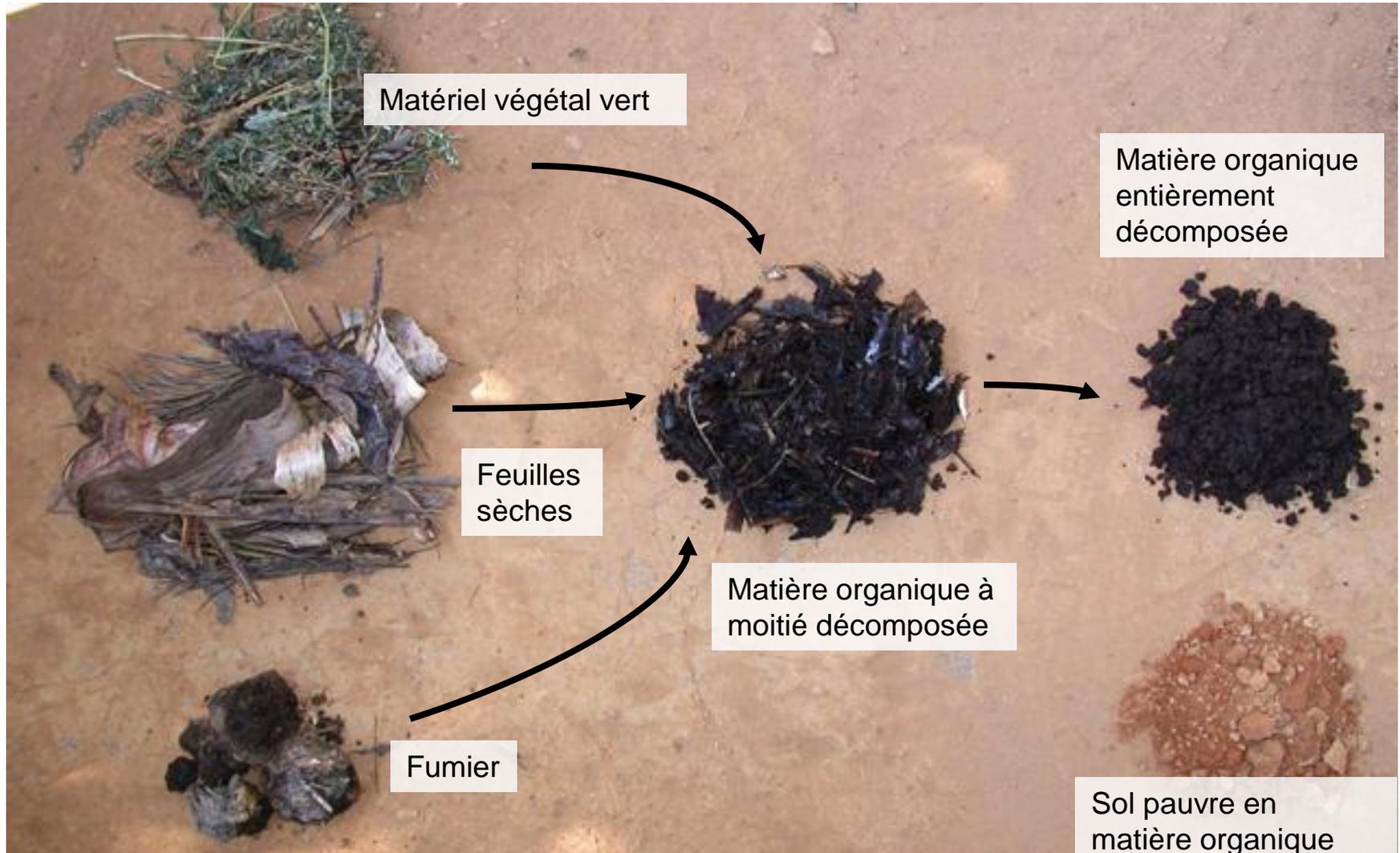
Le compost augmente la valeur du fumier.

Le compost améliore la fertilité des sols à long terme.

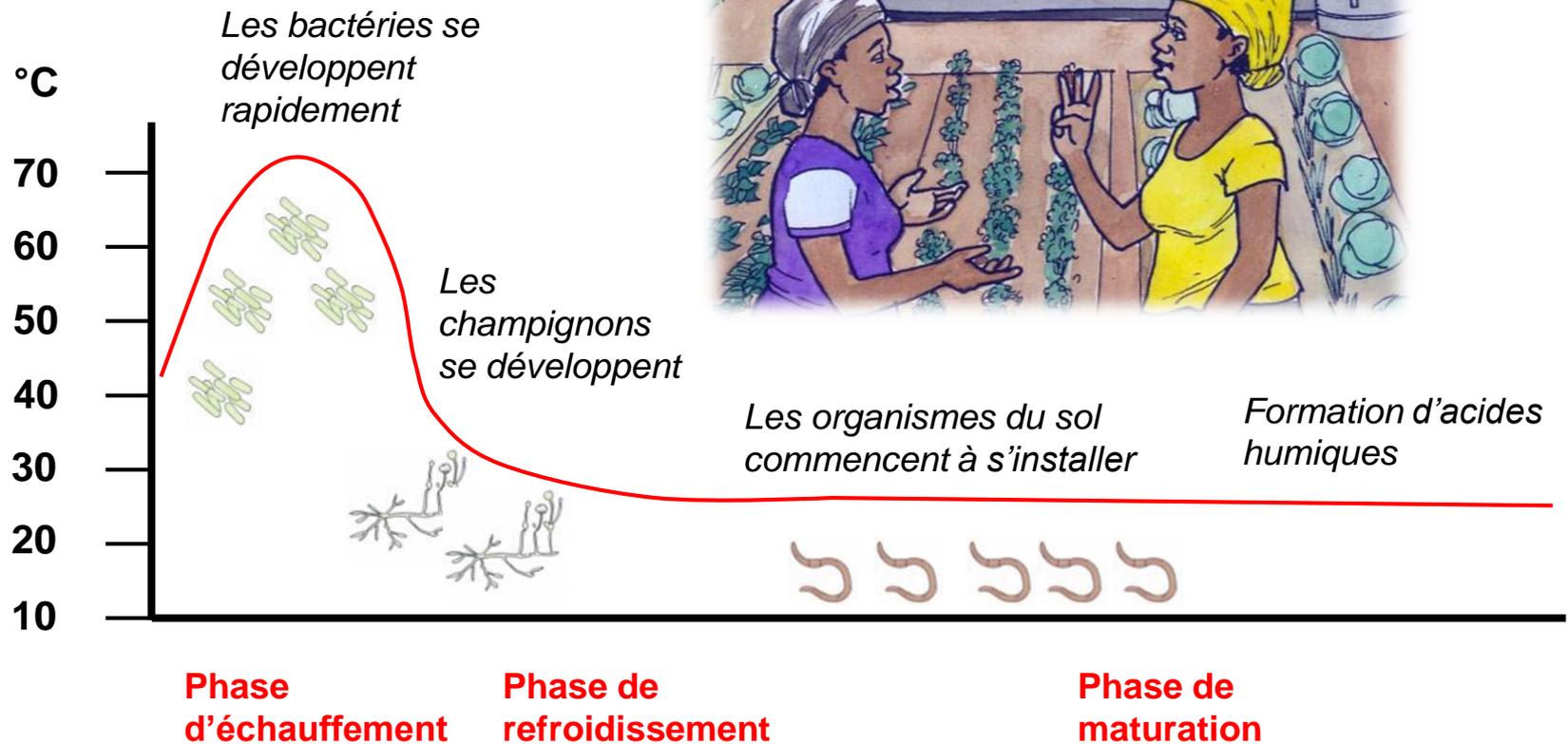
Le compost augmente le pH des sols acides.



# La formation de la matière organique du sol



# Processus de compostage



Le compost doit passer par trois phases.



# Matériaux utilisés pour le compostage

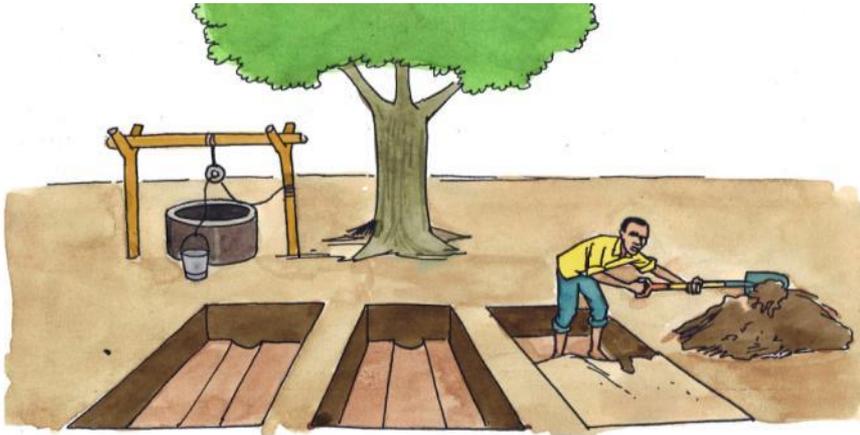


**Les matériaux suivants peuvent également être ajoutés :**

- › Cendres
- › Sciure de bois
- › Algues
- › Un peu de terre végétale ou de vieux compost



# Comment faire un bon compost ? (1)



1. Choisir un endroit ombragé à proximité d'une source d'eau. Creuser des fosses peu profondes.



3. Couper le matériel végétal en morceaux de la taille d'un doigt.



2. Collecter les matériaux.



4. Faire deux tas : l'un avec le fumier et la matière verte, l'autre avec la matière sèche. Bien mélanger et arroser les deux.



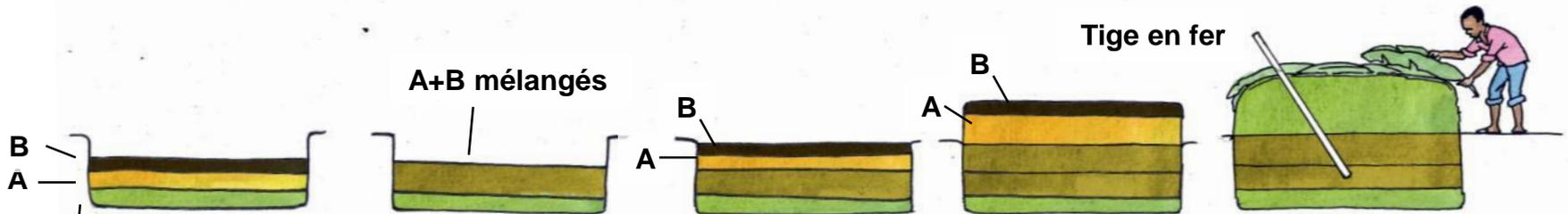
# Comment faire un bon compost ? (2)



1. Constituer la couche inférieure à base de matériaux secs et bien l'arroser.



2. Ajouter ensuite une couche de matériaux secs.



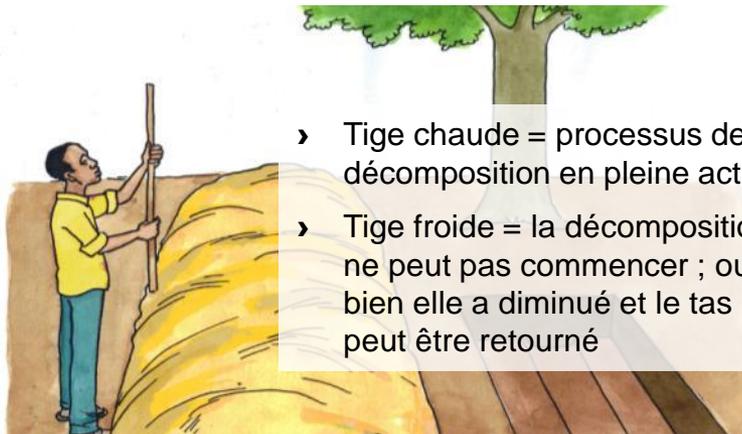
B  
A  
Couche inférieure

3. Remplir la fosse couche par couche, en mélangeant toujours les couches de matériaux secs et verts et en les arrosant bien.

4. Recouvrir le compost d'herbe ou de feuilles de bananier.



# Comment faire un bon compost ? (3)



- › Tige chaude = processus de décomposition en pleine action
- › Tige froide = la décomposition ne peut pas commencer ; ou bien elle a diminué et le tas peut être retourné

1. Vérifier régulièrement la température de la tige en métal.



3. Lorsque la température du tas a baissé, retourner le compost 2 fois.



Le compost conserve sa forme sans gouter = taux d'humidité idéal



Le compost se disperse = trop sec

Le compost fait des taches ou goutte = trop humide

2. Vérifier régulièrement l'humidité.



4. 3 à 6 semaines après le deuxième retournement, le compost est prêt à être utilisé. Il est préférable de le tamiser lorsqu'il est utilisé pour les pépinières ou pour remplir les poquets.



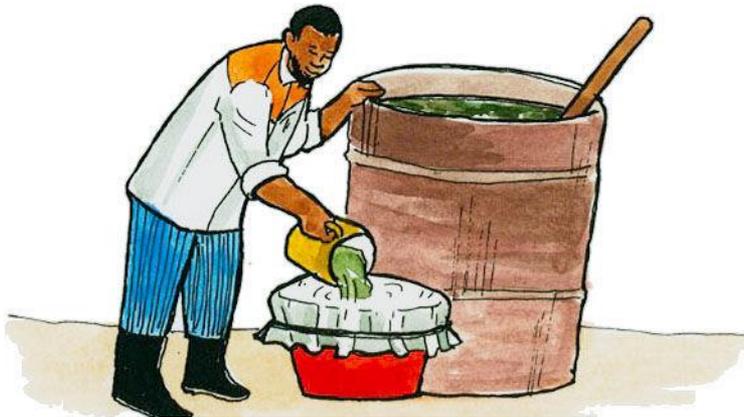
# Comment faire du purin de plantes ?



1. Ramasser et couper des feuilles vertes succulentes.



2. Immerger la matière végétale dans de l'eau douce et couvrir le baril. Remuer tous les 3 jours.



3. Après 15 jours, tamiser le mélange et le diluer avec 2 volumes d'eau.



4. Appliquer le purin de plantes sur les cultures tôt le matin.



# Comment faire du purin de fumier ?



1. Remplir un sac de fumier.

3. Après 2 à 3 semaines, diluer le mélange avec 2 à 3 volumes d'eau.



2. Immerger le sac dans un baril rempli d'eau fraîche et le couvrir. Remuer le mélange tous les 3 à 5 jours.

4. Appliquer le purin de fumier au pied des plantes.



# Engrais organiques autorisés en agriculture biologique

Engrais	Effet fertilisant	Disp. de l'azote	Origine	Commentaires
<b>Guano</b>	N, P	●●●	Fientes séchées d'oiseaux de mer	› Teneur en P supérieure aux besoins des plantes
<b>Poudre de sabot et de corne</b>	N, P	●(●)	Déchets d'abattoir	› Plus la poudre est broyée finement, plus N est disponible rapidement
<b>Algues</b>	Minéraux		Algues	› Peuvent contenir des métaux lourds
<b>Tourteaux</b>	N, P	●(●)	Sous-produits de la production d'huile	› Exemples : tourteau de ricin, de neem, d'arachide ou de colza
<b>Poils, laine, plumes</b>	N	●●(●)	Déchets d'abattoir	
<b>Sous-produits de l'industrie agroalimentaire</b>	N, P, K	●●	Sous-produits de brasserie, de distillerie, de l'industrie textile ou de la transformation des aliments, enveloppes et épluchures	› Doivent être exempts de contaminants importants › Il est préférable de les composter avant de les épandre sur le sol
<b>Composts</b>	N, P, K	●	Déchets de champignons, humus de vers et d'insectes, déchets urbains et ménagers	› Doivent être exempts de contaminants importants
<b>Préparations à base de plantes et extraits de plantes</b>	N, P, K	●●●	Extraits de plantes fraîches ou séchées	› L'effet varie selon le matériel d'origine



# Engrais minéraux autorisés en agriculture biologique (1)

Engrais	Origine	Caractéristiques	Application
<b>Cendres de plantes</b>	Matières organiques brûlées	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Composition minérale similaire à celle des plantes</li> <li>› Absorption facile des minéraux</li> <li>› Cendres de bois riches en K et en Ca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› À composter (idéalement)</li> <li>› Application à la base des plantes</li> </ul>
<b>Chaux</b>	Calcaire moulu, algues	<ul style="list-style-type: none"> <li>› A un effet tampon sur les pH faibles (la teneur en Ca et en Mg est secondaire)</li> <li>› Algues : riches en oligo-éléments</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Appliquer de la chaux tous les 2 ou 3 ans, lorsque le pH du sol est faible (éviter une utilisation excessive, car elle réduit la disponibilité du P et augmente les carences en oligo-éléments)</li> </ul>
<b>Poudre de roche</b>	Roches en poudre	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Oligo-éléments (en fonction de la composition de la source)</li> <li>› Plus le broyage est fin, meilleure est l'adsorption</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Ajouter la poudre de roche au fumier de ferme (réduit la volatilisation de l'azote et favorise le processus de transformation)</li> </ul>



# Engrais minéraux autorisés en agriculture biologique (2)

Engrais	Origine	Caractéristiques	Application
<b>Potassium minéral</b>	Sels de potassium naturels (sulfate de potasse, muriate de potasse, kaïnite, sylvanite, patenkali)	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Le sulfate de potasse est facilement disponible</li> <li>› Patentkali : teneur élevée en Mg et en S ; facilement disponible</li> <li>› Roche : réaction lente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Uniquement en cas de carence avérée</li> </ul>
<b>Phosphate naturel</b>	Roche réduite en poudre contenant du P	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Facilement adsorbé sur les minéraux du sol</li> <li>› Faiblement adsorbé sur la matière organique</li> <li>› Réaction lente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› À composter</li> <li>› Ne pas utiliser sur les sols rougeâtres (car adsorbé de manière irréversible) ni sur les sols à pH élevé</li> </ul>
<b>Argile</b>	Naturelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Bonne capacité de rétention des nutriments et de l'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› De grandes quantités sont nécessaires pour améliorer sol</li> </ul>
<b>Soufre</b>	Volcanique	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Le sulfate de potasse : facilement disponible, mais peut être lessivé</li> <li>› Soufre élémentaire : réaction lente</li> </ul>	
<b>Oligo-éléments</b>	Sels minéraux ou complexes	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Les sels complexes sont plus facilement disponibles pour les plantes par rapport aux sels minéraux, mais ils sont plus chers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Pulvérisation en cas de carence en nutriments avérée (analyses du sol ou des tissus)</li> </ul>

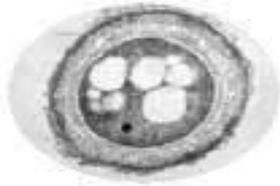


# Quelques ingrédients actifs des engrais microbiens



## ***Rhizobium***

- › Une bactérie
- › Vit dans le sol, autour et à l'intérieur des racines des légumineuses
- › Forme une symbiose avec les légumineuses
- › Fixe l'azote atmosphérique



## ***Azotobacter***

- › Une bactérie
- › Vit librement dans le sol
- › Peut fixer l'azote



## ***Azospirillum***

- › Une bactérie
- › Vit dans le sol
- › Est capable de vivre seul dans le sol ou en association étroite avec les racines des plantes
- › *A. brasilense* est capable de fixer l'azote



## ***Pseudomonas***

- › Un groupe diversifié de bactéries
- › Peut utiliser un large éventail de composés que les plantes libèrent lorsque leurs racines sont blessées ou meurent
- › Div. fonctions : solubiliser le phosphore et le rendre disponible, etc.



## ***Mycorhize***

- › Une symbiose entre des champignons et des racines ; vit avec les racines de presque toutes les plantes
- › Vit dans la racine et s'étend dans le sol
- › Aide la plante en recueillant l'eau et les nutriments
- › Améliore la structure du sol

