



FICHES TECHNIQUES AGROÉCOLOGIQUES

- + FICHE PIC : PROTECTION INTÉGRÉE DES CULTURES
- + FICHE PROPAGATION DES PLANTES
- + FICHE GESTION ÉCONOMIQUE
- + FICHE FERTILITÉ DU SOL



PIC, LA PROTECTION INTÉGRÉE DES CULTURES

1 QU'EST-CE QUE LA PROTECTION INTÉGRÉE CONTRE LES BIOAGRESSEURS ?

Le but de la protection, de la lutte intégrée, est d'éviter les attaques de ravageurs et maladies dans les cultures, grâce à des pratiques culturales et phytosanitaires respectueuses de l'environnement et de la santé des agriculteurs, en utilisant les interactions au sein de l'agroécosystème.

Une bonne connaissance de la parcelle ainsi que des bioagresseurs est nécessaire.

Pour lutter de manière intégrée contre les ravageurs et maladies, il est possible de préserver et valoriser les organismes auxiliaires locaux ou d'en introduire volontairement (espèces naturalisées), on peut aussi intégrer des plantes pièges et répulsives aux cultures et appliquer des biopesticides.

Un suivi régulier doit être effectué pour contrôler la contamination et l'invasion dans les cultures et ainsi repérer le seuil de nuisibilité des bioagresseurs.

RAPPEL

La Protection Intégrée des Cultures s'intègre dans la démarche de l'agroécologie, qui est une agriculture :

- + permettant de reproduire, voire d'améliorer, les potentialités productives de l'écosystème cultivé ;
- + largement autonome vis-à-vis des ressources non renouvelables ;
- + produisant une alimentation diversifiée et de qualité ;
- + ne contaminant pas l'environnement et les hommes ;
- + qui contribue à la lutte contre le réchauffement climatique.

La production agricole nécessite la **mise en place d'agroécosystèmes équilibrés** qui permettent le bon développement des cultures. En effet, une protection intégrée efficace ne peut se prévoir que si toutes les conditions optimales de culture sont réunies :

- + Choix des variétés cultivées en fonction des conditions pédoclimatiques de la zone de production.
- + Fertilité des sols optimale : fertilité physique (texture, structure), chimique (ph, CAH, éléments minéraux) et biologique (activité biologique de la micro, méso et macro faune du sol).
- + Travail du sol limité et adapté au nécessaire de la mise en place de la culture.
- + Densité de plantation adaptée.
- + Fertilisation et irrigation raisonnée.
- + Entretien régulier de la culture.

Une fois que toutes ces conditions sont prises en compte et mises en place dans les agroécosystèmes, la protection intégrée des cultures peut répondre aux enjeux de la lutte contre les bioagresseurs afin de garantir aux mieux les rendements de production à la hauteur des attentes des agriculteurs.



2 CONCEPT ET PRINCIPES

Le concept de Lutte Intégrée repose sur des **mesures indirectes** liées à la **prévention**, telles que :

- + l'utilisation optimale des ressources naturelles : ennemis naturels et facteurs environnementaux,
- + les pratiques agricoles sans impact négatif sur l'agroécosystème, telles que les cultures de couverture,
- + la protection et le développement des ennemis naturels.

Lorsqu'il s'agit de prendre **des mesures directes pour lutter** contre des maladies ou des ravageurs, la Lutte Intégrée repose sur :

- + une prise de décision basée sur les données des systèmes de contrôle et de prévision
- + la mise en œuvre de stratégies de lutte (mécaniques, culturales, biologiques et/ou chimiques) agissant uniquement sur les organismes cibles,
- + l'évolution d'application de mesures les moins sélectives vers des mesures plus sélectives.

RAPPEL

L'utilisation abusive des pesticides chimiques de synthèse pose problème :

- + danger pour l'environnement (risque de contamination de l'eau et du sol, dépréciation de la biodiversité...);
- + danger pour la santé humaine provoqué par les manipulations et la consommation des produits traités ;
- + augmentation des charges d'exploitation à court terme et à long terme de façon croissante.

Autant de raisons pour privilégier la lutte intégrée où l'utilisation de produits chimiques de synthèse n'intervient qu'en dernier recours.

RAPPEL

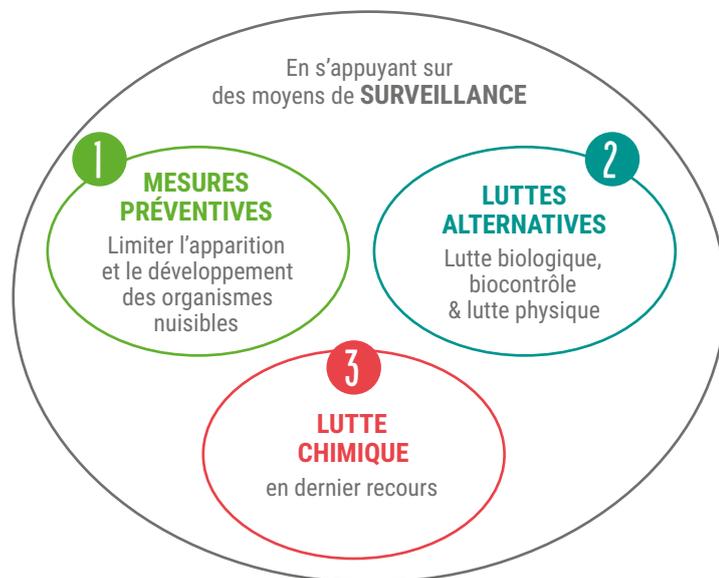
En agriculture, on distingue les produits chimiques de synthèse et les produits chimiques naturels utilisables en agriculture biologique.

- + Les produits chimiques de synthèse sont fabriqués artificiellement (pesticides, herbicides, engrais chimiques) et ont des impacts négatifs sur l'environnement et la santé.
- + Les produits chimiques naturels (cuivre, soufre, extraits de plantes, micro-organismes) sont d'origine naturelle et autorisés en agriculture biologique, avec une empreinte écologique et un impact sur la santé plus limitée.

Favoriser les produits naturels plutôt que les substances de synthèse permet de préserver la biodiversité et d'adopter une approche plus durable dans un agrosystème.

Dans la lutte chimique, on privilégiera l'utilisation des produits naturels.

La Protection Intégrée des Cultures est l'ensemble de toutes les méthodes de protection des plantes disponibles ✓



Prophylaxie : ramasser et isoler les fruits piqués par des mouches permet de réduire les foyers d'infestation.



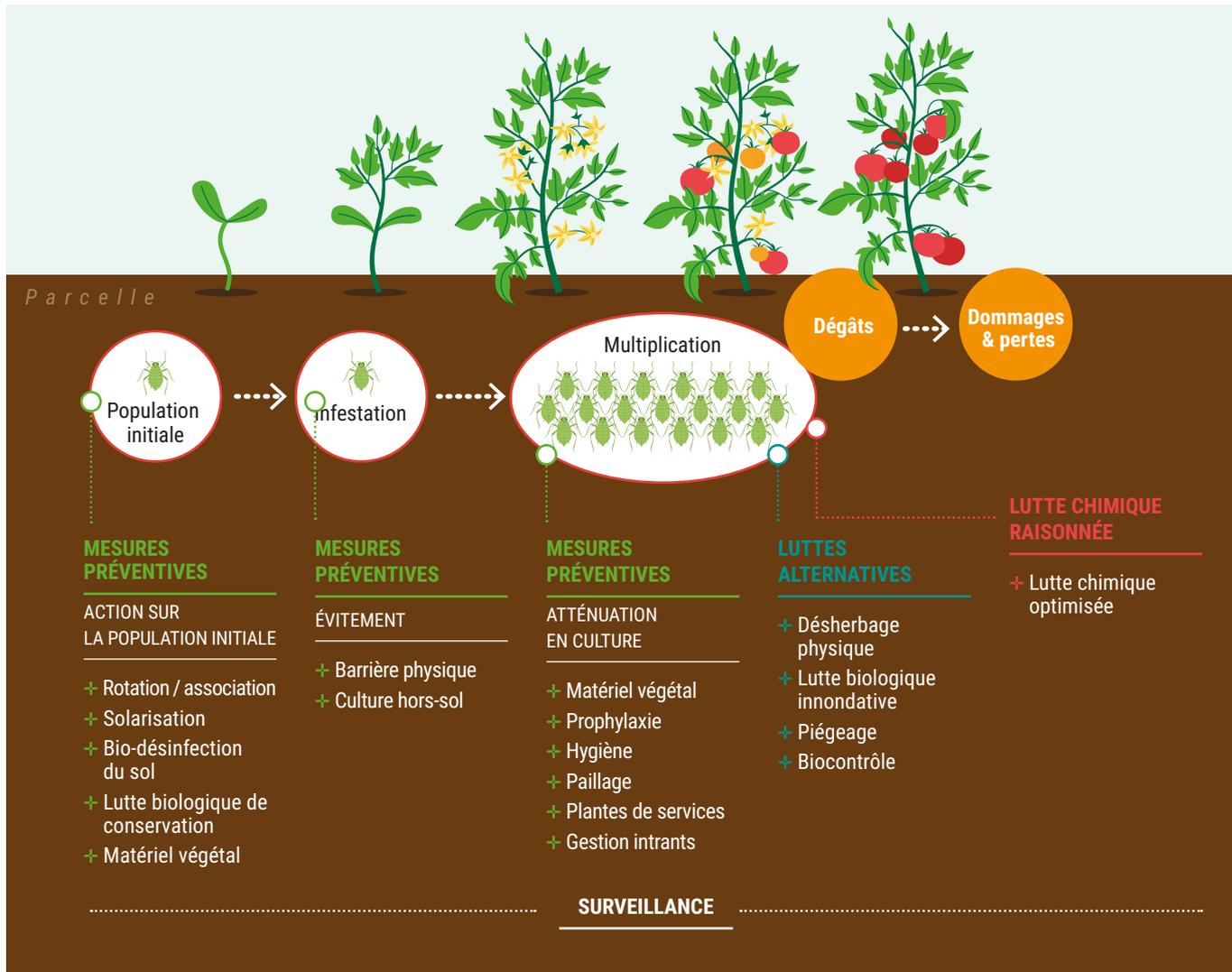
Plantes pièges : patchs de maïs qui attirent les mouches de cucurbitacées et sur lequel est appliqué un traitement par tâche à base d'attractif alimentaire et d'insecticide faiblement dosé.

LES 8 PRINCIPES DE LA PIC

Directive européenne 2009/128 -cadre d'action communautaire pour une utilisation des PPP compatible avec le développement durable.

- 1 Utilisation de méthodes préventives.
- 2 Surveillance.
- 3 Décision à l'aide de seuils.
- 4 Utilisation privilégiée de méthodes biologiques, physiques et autres non chimiques.
- 5 Choix de pesticides spécifiques et à effets réduits.
- 6 Doses et fréquences d'utilisation réduites des pesticides.
- 7 Utilisation de stratégies anti-résistance.
- 8 Analyse a posteriori des lutttes employées.

✓ Pression des bioagresseurs sur la parcelle cultivée



Surveillance et gestion des populations de bioagresseurs

Bioagresseur : organisme vivant qui s'attaque aux plantes cultivées, et qui, par les dégâts occasionnés, entraîne des baisses de rendement de production.

Ex : rongeurs, oiseaux, mollusques, insectes, acariens, adventices, champignons, bactéries, virus...

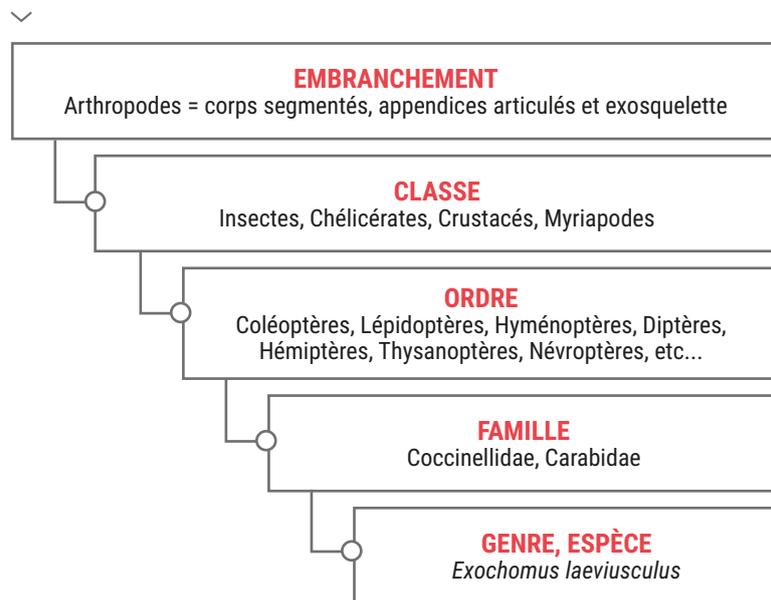
Il est primordial de bien identifier le ou les ravageurs et maladies potentiellement préjudiciable aux cultures.

Observation des symptômes de maladies, prises d'échantillons, chantiers de prélèvements et d'observations des ravageurs.

❗ Bien faire la différence entre un insecte et un acarien qui font partie de 2 classes différentes :

- + les insectes ont 3 paires de pattes, tête / thorax / abdomen, 2 paires d'ailes ;
- + les acariens, tout comme les araignées font partie de la classe des chélicérates et comptent 4 paires de pattes

Petit rappel de classification



3 LA DÉMARCHE PIC

Mesures préventives

Quelques exemples d'actions préventives à mettre en œuvre sur les populations initiales des bioagresseurs :

- + Choisir un matériel végétal de qualité (semences et plants certifiés, vitroplants)
- + Rotation des cultures.
- + Faux semis. Diminuer le stock semencier d'adventices dans le sol avant de mettre en place la culture
- + Solarisation. Technique de désinfection thermique du sol utilisant l'énergie solaire
- + Couverts végétaux. Utilisation de plantes de services (en intercalaire, sur l'inter-rang, en interculture), de plantes piège et répulsives.
- + Densité de semis /plantation
- + Gestion de l'irrigation (Privilégier goutte à goutte à aspersion) /fertilisation
- + Paillages / Mulchs
- + Destruction des réservoirs (plantes hôtes, fruits piqués, résidus de cultures)
- + Hygiène et désinfection

Luttes physiques

- + Piégeage de masse
- + Elimination manuelle du bioagresseur
- + Barrières physiques (filet insectproof pour serres, tunnels)

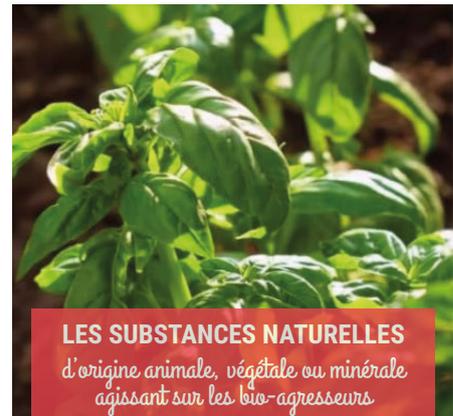
LA PIC : UNE DÉMARCHE GLOBALE

L'application d'une stratégie de lutte intégrée à une seule culture risque d'être difficile car la gestion des ravageurs est basée sur une approche spatiale et temporelle.

L'agroécosystème doit être pris en compte dans sa globalité même si la stratégie de Lutte Intégrée ne concerne qu'une seule culture. Parce que la Lutte Intégrée ne repose pas uniquement sur les caractéristiques biologiques de l'agroécosystème, mais également sur les aspects économiques, sociaux et régionaux, la stratégie de Lutte Intégrée doit être adaptée aux conditions de culture locales.

Luttes biologiques , le biocontrôle

Le biocontrôle est un ensemble de méthodes de protection des végétaux basé sur l'utilisation de mécanismes naturels. Seules ou associées à d'autres moyens de protection des plantes, ces techniques sont fondées sur les **mécanismes et interactions qui régissent les relations entre espèces dans le milieu naturel**. Ainsi, le principe du biocontrôle repose sur la **gestion des équilibres des populations d'agresseurs plutôt que sur leur éradication**.



POUR ALLER PLUS LOIN

- Guide technique : Pratiques agroécologiques et agroforestières en zone tropicale humide. Ouvrage collectif sous la coordination de Justine Scholle (Gret). 2015.
- L'agroécologie en pratique. Agrisud International. 2010 - fdgdon974.fr
- Reconnaître et favoriser les auxiliaires des cultures à La Réunion. CIRAD, CA. 2020
- Guide de reconnaissance des Mouches des fruits et des légumes à La Réunion. CIRAD, CA. 2018.
- Protection agroécologique des cultures. J.-P. Deguine. Ed. QUAE. 2016

Partenaires



Financiers



Le programme de coopération professionnelle des établissements du REAP AAOI (Réseau des Établissements Agricoles Professionnels de l'Afrique Australe et Océan Indien) est cofinancé par l'Union européenne et la Région Réunion. L'Europe s'engage à La Réunion avec le fond Interreg VI



LA PROPAGATION DES PLANTES

Dans le cadre de l'agroécologie, la maîtrise des techniques de propagation des plantes, qu'il s'agisse de l'utilisation des semences ou de la multiplication végétative, est essentielle pour tout agriculteur souhaitant favoriser la biodiversité et améliorer la résilience de ses cultures.

Ces pratiques permettent non seulement de conserver et reproduire des variétés locales adaptées aux conditions spécifiques de chaque milieu, mais aussi de réduire la dépendance aux intrants extérieurs, notamment les semences commerciales. En cultivant cette autonomie, l'agriculteur devient acteur de la préservation des écosystèmes agricoles, tout en contribuant à la sécurité alimentaire de manière durable et respectueuse de l'environnement.

Objectifs

- 1 Réduire les coûts de production en diminuant les coûts liés à l'achat de semences et de plants en produisant soi-même les graines et en utilisant des techniques de multiplication végétative, favorisant une agriculture plus durable et économiquement viable.
- 2 Utiliser des cultures adaptées aux conditions climatique et pédologiques, améliorant ainsi la résilience des cultures face aux aléas climatiques.
- 3 Préserver et multiplier des variétés locales et anciennes, contribuant ainsi à la conservation de la biodiversité cultivée, essentielle pour la résilience des écosystèmes agricoles.

INTERROGATIONS

- Comment puis-je récolter, trier, et stocker mes propres graines pour les utiliser l'année suivante, tout en garantissant leur qualité et leur pouvoir germinatif ?
- Comment greffer mes agrumes, mes tomates et mes aubergines pour assurer leur bon développement ?
- Par quoi je commence quand je suis un nouvel agriculteur ?
- Je plante. Oui mais quoi ? Des semences, OK, mais lesquelles ? Est-ce que je peux reproduire mes plants moi-même ?

1 TECHNIQUES DE PRODUCTION ET DE CONSERVATION DES GRAINES

■ Sélectionner les graines

- + Identifier les plantes-mères les plus vigoureuses et résistantes pour la récolte des graines.
- + Connaître les critères de sélection pour les différentes espèces (précocité, résistance aux maladies, rendement, etc.).

■ Récolter des graines

- + Savoir récolter les graines à maturité optimale pour garantir leur viabilité.
- + Apprendre les techniques de récolte spécifiques aux différentes plantes (fruits, légumes, céréales, etc.).

■ Trier et Nettoyer les graines

- + Maîtriser les méthodes de tri pour éliminer les graines immatures, endommagées ou malformées.
- + Connaître les techniques de nettoyage pour enlever les impuretés et les débris.

■ Sécher les graines

- + Savoir sécher les graines correctement pour éviter le développement de moisissures et pour prolonger leur durée de conservation.
- + Connaître les conditions optimales de séchage (température, humidité, etc.).

■ Stocker les graines

- + Apprendre les techniques de stockage pour préserver la qualité des graines sur le long terme (température, humidité, emballage hermétique, etc.).
- + Savoir étiqueter et organiser les graines pour une utilisation future.

■ Faire des tests de germination

- + Connaître les méthodes pour tester le taux de germination des graines avant semis, afin d'assurer une plantation efficace.



2 TECHNIQUES DE MULTIPLICATION VÉGÉTATIVE

■ Bouturage

- + Maîtriser les différentes techniques de bouturage (herbacé, ligneux, à talon, à crossette, etc.).
- + Savoir sélectionner et préparer les boutures pour assurer une bonne reprise.
- + Connaître les conditions de culture optimales pour favoriser l'enracinement (humidité, température, lumière, substrat, etc.).

■ Marcottage

- + Connaître les différentes formes de marcottage (marcottage par couchage, par buttage, aérien, etc.).
- + Savoir quand et comment pratiquer le marcottage pour obtenir des plants vigoureux.

■ Greffage

- + Maîtriser les techniques de greffage adaptées aux différentes espèces (greffe en fente, en couronne, en écusson, etc.).
- + Connaître les compatibilités entre porte-greffe et greffon, et savoir choisir les meilleurs couples pour chaque objectif (vigueur, résistance aux maladies, etc.).
- + Apprendre à effectuer les coupes et ligatures avec précision pour assurer la réussite du greffage.

■ Division de Plantes

- + Savoir pratiquer la division des plantes vivaces pour les multiplier et régénérer les pieds-mères.
- + Connaître les périodes idéales et les méthodes spécifiques à chaque espèce (division des rhizomes, des tubercules, des bulbes, etc.).

POUR ALLER PLUS LOIN

- « Produire ses semences potagères » by Dudouet, Christian Renaud, Victor
- « Les semences, comment s'y retrouver » - Fiche Technique - Édition novembre 2014 - Bio d'Aquitaine
- « Le Jardinier Maraicher » by Jean-Martin Fortier - pages 93 à 115
- « Guide Tropical TBD » page 126
- « Guide Agrisud » pages 123 à 132 + 158 à 160



Bouture de patate douce



Marcottage aérien



Greffage en fente



Division du gingembre



Le programme de coopération professionnelle des établissements du REAP AAOI (Réseau des Établissements Agricoles Professionnels de l'Afrique Australe et Océan Indien) est cofinancé par l'Union européenne et la Région Réunion. L'Europe s'engage à La Réunion avec le fond Interreg VI

GESTION ÉCONOMIQUE

1 OBJECTIFS

- + **Élaborer un budget prévisionnel** : un véritable outil d'orientation pour l'entreprise agricole.
- + **Anticiper et planifier** les dépenses ainsi que les revenus pour assurer une gestion optimale.
- + **Faciliter la prise de décision** en matière de choix des cultures, d'investissement en matériel et de recrutement.
- + **Analyser la rentabilité** des activités pour garantir la viabilité économique de l'exploitation.
- + **Accéder à des financements** en présentant une gestion financière rigoureuse et structurée.



2 MÉTHODOLOGIE

Les différentes étapes de la gestion économique interviennent après la réflexion des aspects techniques du projet :

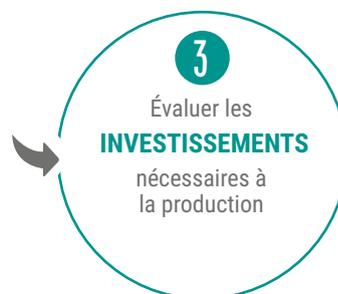
- + design et rotations des productions et activités de l'entreprise (transformation),
- + définition de la stratégie de commercialisation et de fourniture,
- + choix des statuts juridiques, social et fiscal de l'entreprises.



- **Les ventes** : prix X quantité
- **L'auto-consommation** : correspond à la production consommée par l'exploitant. Quelle quantité ? À quel prix ?
- **Les cessions internes** : correspond à la production utilisée pour un autre atelier (ex : transformation). Quelle quantité ? À quel prix ?
- **Les subventions d'exploitations** : correspond au montant d'aide financière apportée pour la production. Quel montant ? En fonction de la surface ? De la quantité ? montant fixe ?



- **Les charges opérationnelles** : correspondent aux charges directement liées à la production. Ex : plants/semences, terreaux, engrais, emballage...
- **Les charges fixes** : correspondent aux charges nécessaires en plus de la production. Ex : fermage, carburant, analyse de sol, salaire des employés, taxes.



- C'est l'acquisition à long terme (supérieur à 5 ans) par une entreprise d'un matériel (coût supérieur à 500 € / 24 280 MUR) dans le but de générer des avantages économiques futurs. Ex : véhicule, broyeur thermique, débroussailleuse...
- ❗ **Le coût d'un investissement n'est pas une charge ! C'est l'amortissement : (coût / durée d'utilisation)**



- **Apport personnel** : généré par l'entreprise elle-même ou apporté par l'exploitant directement
- **Emprunt** : il se caractérise par le capital (montant), le taux d'intérêt et la durée de remboursement
- **Les subventions d'investissements** : montant d'aide en fonction du montant de l'investissement.
- ❗ **Le capital emprunté n'est ni une charge ni un produit ! Seuls les intérêts sont une charge. Les subventions d'investissement ne sont pas des produits.**

2 DEUX OUTILS ESSENTIELS

La Marge Brute

❓ Quelles sont les cultures sur lesquelles je réalise le plus bénéfice ? Quand ai-je atteint mon seuil de rentabilité ? Combien me coûte cette culture à produire ?

C'est un concept important pour les agriculteurs car elle permet de **mesurer la rentabilité de leur production** et/ou activité.

Elles permettent de faire des liens entre les choix techniques d'un agriculteur et le résultat économique d'une production.

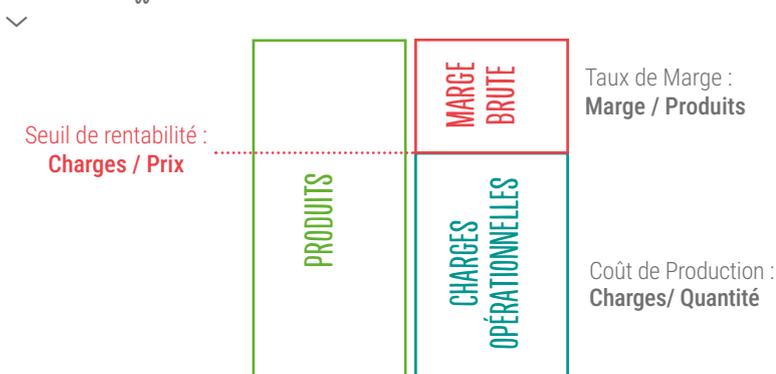
Elle se mesure pour **un cycle de production** et **une surface**.

$$\begin{array}{c} \text{MARGE BRUTE} \\ = \\ \text{PRODUITS DE L'ACTIVITÉ} \\ - \\ \text{CHARGES OPÉRATIONNELLES DE L'ACTIVITÉ} \end{array}$$

Exemple simplifié marge brute d'un cycle d'une culture sur 100m²

Charges opérationnelles	€	MUR	Produits	€	MUR
Semences	100	4 856	Ventes laitues	500	24 280
Engrais	20	971	Quantité	400	19 424
Fumier	20	971	Prix	1,25	61
Total	140	6 798	Total	500	24 280
MARGE BRUTE					

Calculer les différents indicateurs



Le Compte de résultats

❓ Mon entreprise est-elle rentable ? Quelles sont mes charges les plus importantes ? Sont-elles liées à ma production ? À mes investissements ? À mon financement ? Mon entreprise génère-t-elle assez des bénéfices pour me verser un revenu ?

Il donne un aperçu de la **performance économique** de l'entreprise sur une période donnée, généralement un exercice fiscal. Il met en évidence les revenus générés par l'entreprise, les charges encourues pour générer ces revenus, ainsi que le résultat final obtenu, qu'il soit bénéficiaire ou déficitaire.

❗ L'exploitant(e) n'est pas une charge pour l'entreprise !

Exemple de compte de résultats simplifié sur une année

Charges	€	MUR	Produits	€	MUR
Semences	1 000	48 560	Ventes maraîchages	5 000	242 800
Engrais	200	9 712	Ventes fruitiers	1 700	82 552
Fumier	200	9 712	Aide certification	400	19 424
Fermeage	400	19 424			
Certification	400	19 424			
Cotisations sociales	500	24 280			
Amortissement broyeur	750	36 420			
Amortissement véhicule	2 000	97 120			
Intérêt sur emprunt	250	12 140			
Impôt sur les sociétés	500	24 280			
Total Charges	6 200	301 072	Total Produits	7 100	344 776
Résultat final	900	43 704			



© J. Masson

3 DURABILITÉ ÉCONOMIQUE

L'agroforesterie : une approche durable pour l'agriculture ?

L'agroforesterie, se présente comme une alternative prometteuse pour une agriculture plus durable. Mais qu'en est-il de sa viabilité économique ?

Le système d'agroforesterie peut améliorer la productivité et renforcer la résilience des exploitations face aux changements climatiques grâce à différents leviers technico-économiques.

+ Stabilité des rendements : les rendements du système agroforestier, bien que potentiellement inférieurs par hectare dans les premières années, se stabilisent plus rapidement et sont moins sujets aux fluctuations liées aux aléas climatiques.

+ Réduction des coûts de production : diminution des coûts liés aux intrants (engrais, pesticides) grâce à la fertilité naturelle du sol.

+ Amélioration de la structure du sol : l'agroforesterie contribue à améliorer la structure du sol, augmentant ainsi sa capacité à retenir l'eau et les nutriments, ce qui se traduit par une meilleure résistance à la sécheresse et à l'érosion.

■ Les indicateurs

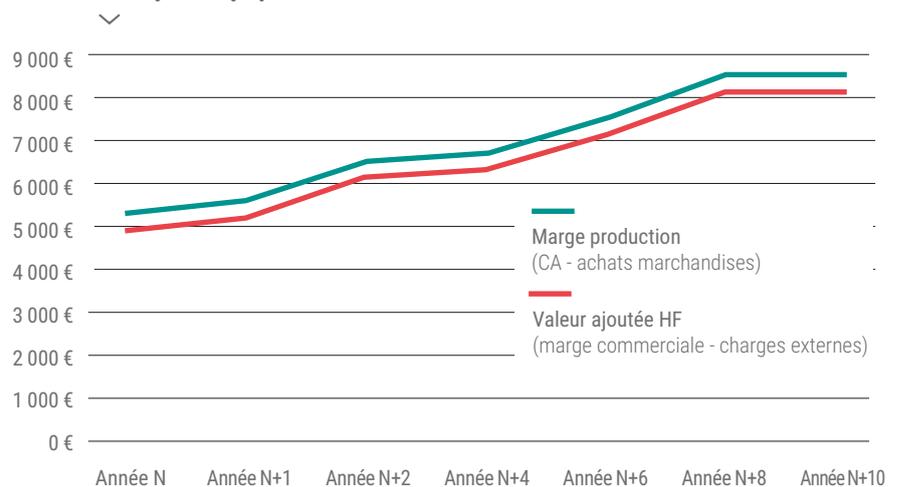
+ Marge brute par hectare : sur le long terme, la marge brute par hectare du système agroforestier peut devenir comparable, voire supérieure, à celle du système intensif, grâce à la réduction des coûts de production et à la diversification des revenus.

+ Valeur ajoutée : augmentation de la valeur ajoutée par hectare liée à la production de produits à haute valeur ajoutée (produits transformés, produits biologiques).

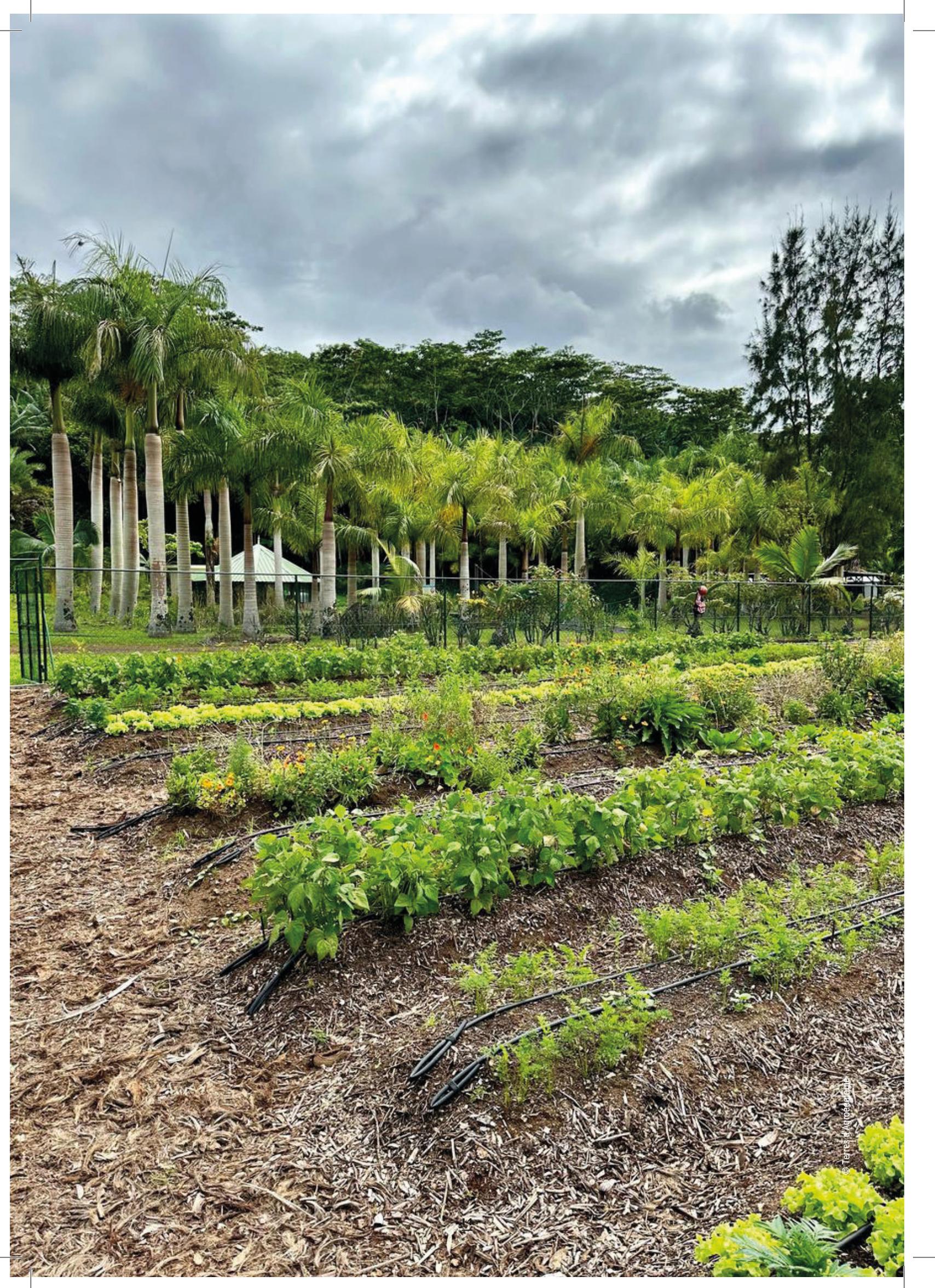
POUR ALLER PLUS LOIN

- « Les essentiels de la gestion de l'entreprise agricole » édition EducAgri 2015
- « MOOC : L'analyse financière pour tous », David Auriol, CNAM
- « IDEA Run » p58 L'échelle de durabilité économique

Simulation de l'évolution des indicateurs de performances d'un système agroforestier



Le programme de coopération professionnelle des établissements du REAP AAOI (Réseau des Établissements Agricoles Professionnels de l'Afrique Australe et Océan Indien) est cofinancé par l'Union européenne et la Région Réunion. L'Europe s'engage à La Réunion avec le fond Interreg VI



GESTION DE LA FERTILITÉ DES SOLS EN AGRO-ÉCOLOGIE TROPICALE

1 LES AMÉNAGEMENTS PRÉALABLES

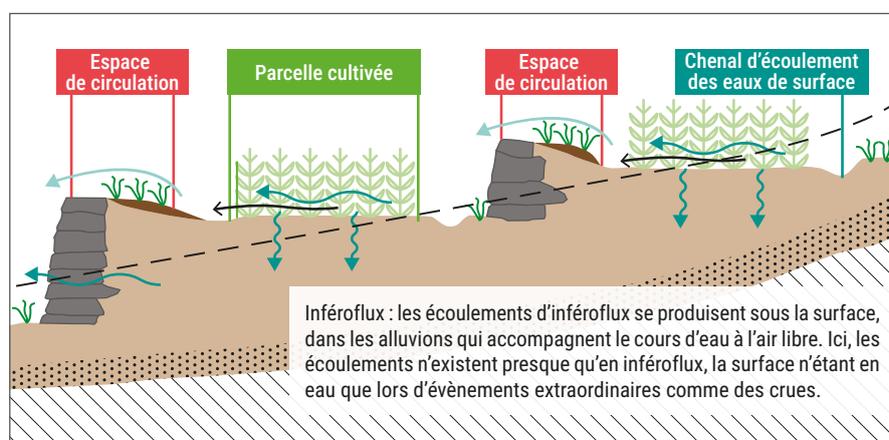
Une fois votre projet défini, le design de votre ferme, il va falloir mettre en place les conditions optimales pour assurer une production régulière et rentable. La gestion de la fertilité du sol est l'élément fondamental pour permettre la mise en place d'une production durable.

Mais avant toute chose, il faudra mettre en œuvre les aménagements qui vous permettront de conserver votre sol !

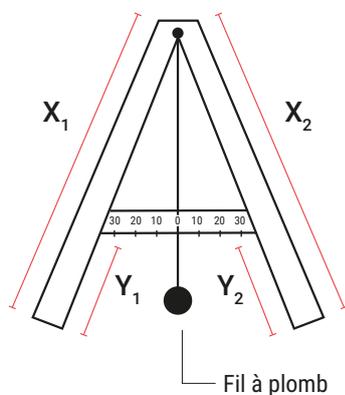
Sous nos latitudes, une vigilance particulière doit être portée à la lutte contre l'érosion des sols du fait des fortes pluies susceptibles de se produire.

C'est particulièrement le cas des terrains en pente pour lesquels la mise en place de cultures en lignes de niveau avec aménagements antiérosifs est absolument indispensable :

- + plantation de haies arbustives et de plantes à système racinaire puissant,
- + culture sur buttes/billons, ou en terrasse,
- + zai ou buttes en quinconce,
- + diguettes, fossés et mares.



- Profil topographique avant terrasse
- ▨ Roche-mère (bedrock)
- Remplissage sédimentaire
- ▤ Inféoflux
- Mur de soutènement
- Accumulation de sédiments déplacés par les flux de surface
- 🌿 Végétation basse et/ou haie brise vent
- 🌱 Cultures
- ➡ Flux de surface
- ⬇️ Infiltration
- ⬅️ Débordement
- ← Transport sédimentaire



< Pour déterminer les lignes de niveau à suivre, utiliser le triangle de niveau ou le triangle en A

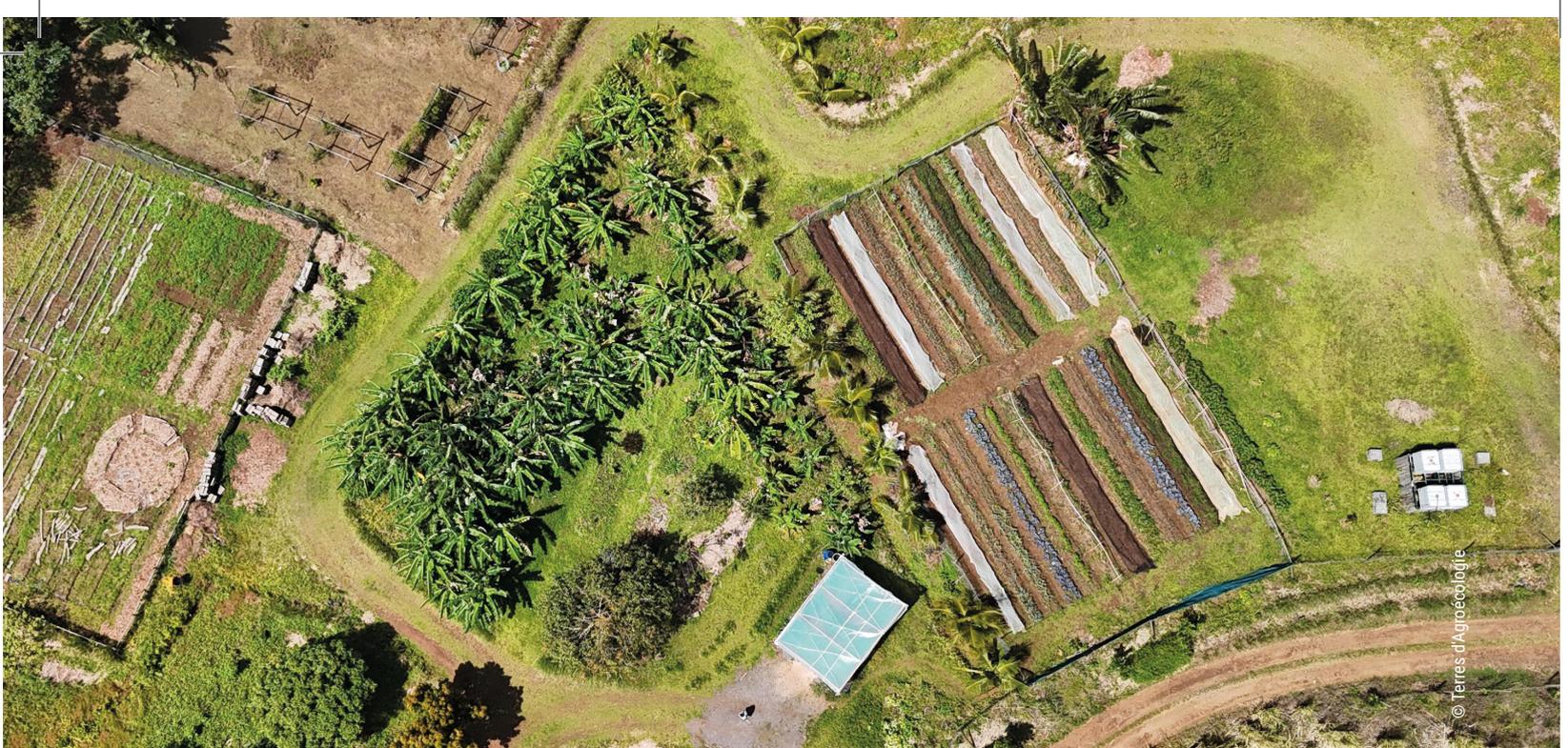
Le triangle en A

$X_1 = X_2 = 2$ mètres
 $Y_1 = Y_2 = 1$ mètre

Quand le fil à plomb est sur 0, est au centre de la graduation, les deux pieds du triangle sont à la même altitude. Tracer une première ligne en haut de la parcelle en faisant pivoter le triangle et en marquant les points de même altitude par les pierres.

L'objectif de ces aménagements et de **canaliser/ralentir/arrêter les eaux de ruissellement** via des obstacles physiques tout en favorisant leur infiltration dans le sol. Plus votre terrain sera pentu, plus il faudra multiplier ces aménagements.

Une fois une bonne protection de votre sol contre l'érosion mise en place, vous allez pouvoir travailler à l'amélioration et au maintien de sa fertilité.



© Terres d'Agroécologie

2 QU'EST CE QU'UN SOL FERTILE ?

En agriculture agro-écologique, un sol fertile est un **sol vivant** ayant une **bonne structure** (porosité, développement des racines, approvisionnement en eau et air) ainsi qu'une **richesse** suffisante en éléments minéraux nutritifs.

Ainsi, la fertilité peut être décomposée en 3 aspects interdépendants :

+ la **fertilité physique** : c'est la structure du sol qui va permettre aux racines des plantes de coloniser le maximum de volume de terre, d'avoir une bonne circulation/rétention de l'eau et de l'air dans le sol. Cette structure doit donc être poreuse, grumeleuse, résistante aux agressions météorologiques (pluies, vent...). L'activité biologique du sol et l'humus sont les facteurs déterminants pour obtenir une bonne structure qui doit agir comme une éponge.

+ la **fertilité chimique** : il s'agit de la quantité d'éléments minéraux nutritifs disponibles pour les plantes. Ces éléments, présents dans la zone de colonisation racinaire, sont fournis principalement par la minéralisation de la matière organique due à l'activité biologique de votre sol, notamment dans les 20 premiers centimètres.

+ la **fertilité biologique** : c'est la capacité des être vivants de votre sol à assurer, via leur activité, une bonne structure ainsi que la fourniture en éléments minéraux à partir de la matière organique présente.

Les principaux processus biologiques utiles sont :

+ **fixation de l'azote atmosphérique** par les bactéries symbiotiques (légumineuses) ou non ► enrichissement en azote

+ **mycorhization des racines** par les champignons symbiotiques ► résistance à la sécheresse et nutrition des plantes

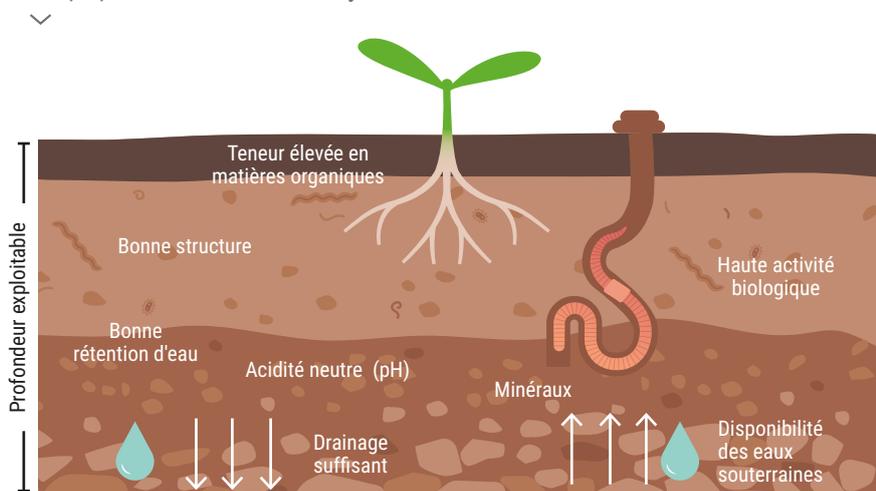
+ **organisation et minéralisation** des matières organiques (MO) du sol ► fixation et libération d'éléments minéraux.

+ **activité des vers de terre et des champignons** du sol ► structure (porosité) et stabilité de cette dernière (Complexe organo-minéral = COM) vis à vis des agressions climatiques (pluies, vent, ...).

QUESTIONS À SE POSER

- Quels sont les risques d'une mauvaise gestion de la fertilité du sol ?
- Quel est l'état initial de la fertilité de mon sol ?
- Comment améliorer cet état initial quand cela est nécessaire ?
- Comment maintenir une bonne fertilité dans le temps ?

Les propriétés mesurables d'un sol fertile



⚠ En cas mauvaise gestion de la fertilité de votre sol, vous allez rapidement vous trouver en difficulté : baisse des rendements, augmentation des coûts de production, rentabilité en chute...

La première chose à faire maintenant est donc d'établir un diagnostic précis de la fertilité initiale de votre sol.

3 ESTIMATION DE LA FERTILITÉ INITIALE DE VOTRE SOL

Fertilité physique et biologique s'estiment sur le terrain via l'observation directe de votre sol et des différentes couches (horizons) qui le composent. Test bêche en surface et fosse pédologique sont les principales méthodes utilisables (voir plus loin).

La fertilité chimique se mesure avec l'analyse d'échantillons de terre en laboratoire. Une estimation peut être effectuée également en observant sur place les cultures (symptômes de carence) ou les plantes présentes (plantes bio-indicatrices).

Analyse d'échantillons de terre en laboratoire

- + Teneur en MO (objectif 3% minimum) et son rapport C/N (objectif entre 8 et 12)
 - ▶ source d'énergie pour les microorganismes, de minéraux pour les plantes et élément fondamental du Complexe Organo-Minéral (COM)
- + Teneur en azote minéral (N), en phosphore (P), en potassium (K), calcium (Ca) et magnésium (Mg)
 - ▶ éléments nutritifs majeurs
- + PH eau (acidité) et le pH KCl (acidité de réserve)
 - ▶ disponibilité des éléments minéraux nutritifs
- + Capacité d'Échange Cationique (CEC) et sa saturation par les bases (K, Ca, Mg)
 - ▶ capacité du sol à stocker les bases et état du stock.

! Une attention particulière doit être portée à l'équilibre entre les bases échangeables Ca, Mg et K, notamment lors de chaulage en vue de redresser le pH (risque d'antagonisme = carences induites ▶ choix du produit adapté). Voir en annexe les tableaux du Guide d'interprétation d'analyse de sol.

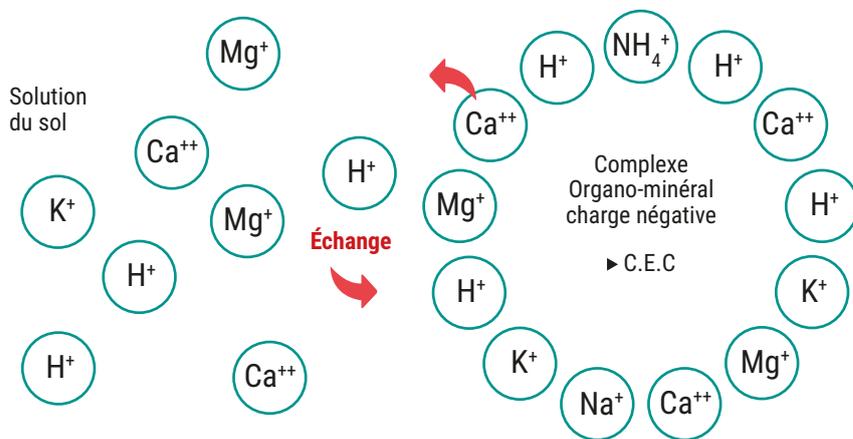
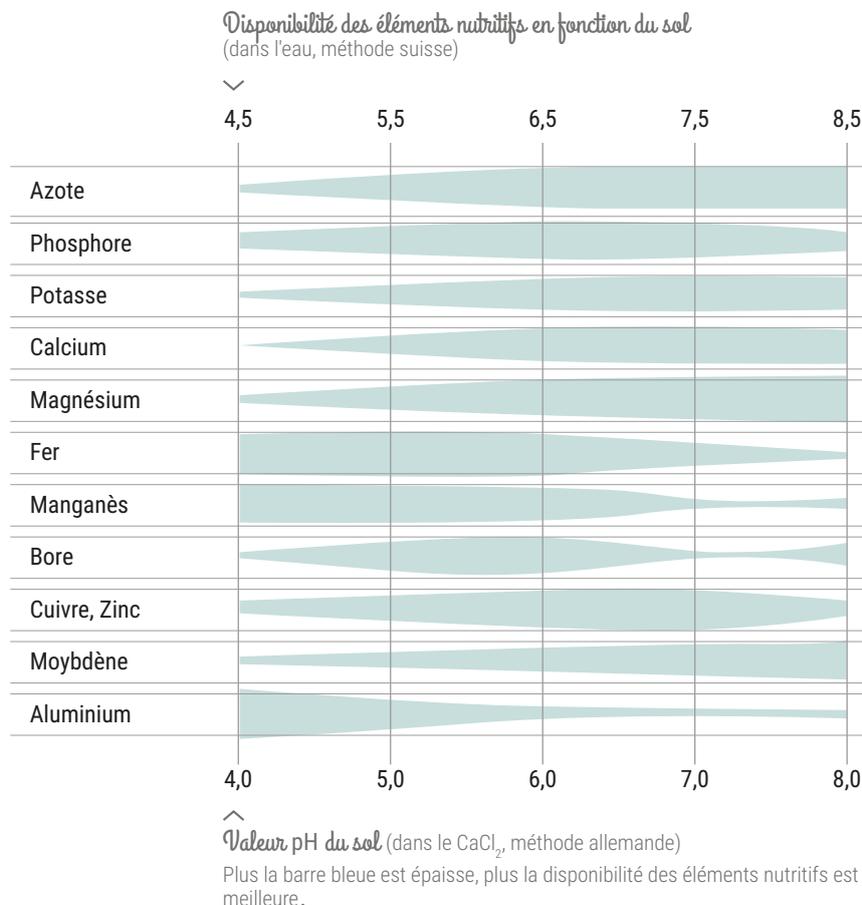
Les résultats de l'analyse de sol seront complétés par **une observation détaillée du sol et des cultures**. En cas d'impossibilité de faire une analyse, cet aspect d'observation devient absolument fondamental pour vous aider à comprendre votre sol.

Observation du sol et des cultures

■ Pour le sol

Réaliser un test bêche au minimum ou une fosse pédologique en essayant de descendre à 1 m. Observer les éléments suivants :

- + présence ou non d'agrégats en surface,
- + couleur et odeur du sol (rouge = oxygéné, gris ou bleu avec mauvaise odeur = asphyxiant, noir = humus),



- + profondeur de colonisation des racines, état des racines (nodosités pour légumineuses, présences de galle...),
- + identification d'une zone de blocage racinaire (compaction, inondation, semelle...),
- + présence et abondance des vers de terre...

■ Pour les cultures

Observer les parties aériennes pour y déceler des symptômes de carences (voir tableau en Annexe 2), puis observer les racines de quelques

plantes en place (creuser d'un côté à proximité des racines) ou en arrachant les plants après décompaction du sol (à la fourche par exemple) pour voir le maximum de racines.

L'objectif est d'observer la couleur des racines, leur densité, les déformations éventuelles (galles, changement de direction = obstacle), la présence de nodosité (légumineuses)...

À partir de ces informations vous pouvez faire un diagnostic assez complet de la richesse de votre sol.

4 AMÉLIORATION DE LA STRUCTURE DU SOL

La structure du sol va dépendre de différents facteurs :

+ sa **texture** : équilibre entre les différents composés minéraux du sol qui sont par ordre de taille décroissant les **sables, limons et argiles**. Plus un sol sera riche en élément fin (argiles) plus il aura tendance à être lourd quand humide et dur quand sec. Pour apprécier la texture du sol il faut effectuer un test du boudin.

Il est quasiment impossible de modifier la texture du sol excepté à très grand frais (volumes très importants). On privilégiera donc l'apport de matière organique structurante.

+ sa **teneur en matières organiques** et en **humus**.

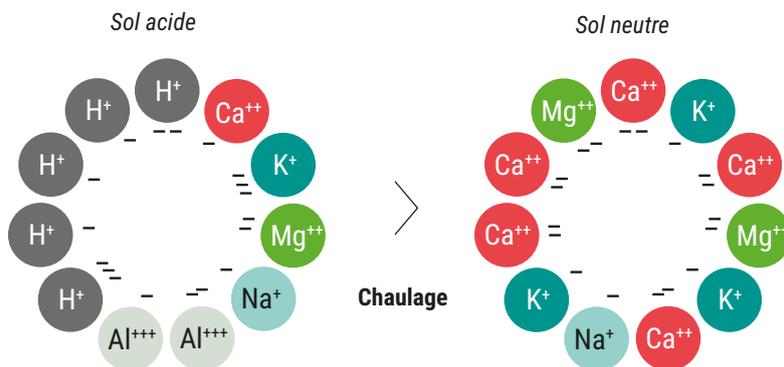
+ le **complexe organo-minéral (COM)** qui va permettre de lier entre elles les différentes particules minérales (sables, limons, argiles) et organiques (humines), assurant ainsi une bonne agrégation de celles-ci. À noter que la plupart des sols tropicaux sont dépourvus de complexe argilo-humique (absence d'argiles gonflantes type smectiques) mais dispose d'un complexe limono-humique.

+ le **dynamisme biologique** du sol (micro et macro-organismes). Il peut s'apprécier par exemple en comptant les trous de vers de terre en fond de fosse pédologique à différentes profondeurs (15 trous pour un carré de 20 * 20 cm), ou la vitesse de dégradation de matières organiques enfouies (test du caleçon). Ce dynamisme va certes jouer sur la richesse du sol (minéralisation des matières organiques) mais aussi favoriser la résistance de la structure aux agressions climatiques (pluies, vent). En effet, les champignons du sol fabriquent de la glomaline et les vers de terre du mucus, les deux servant de colles aux agrégats formés par le COM.

Ainsi donc, pour améliorer la structure du sol de façon écologique et durable il faut :

+ Apporter des **matières organiques structurantes**, c'est à dire riches en humus stable (compost de déchets verts bien mûr) ou favorisant sa production (bois raméal fragmenté BRF¹). En effet, les acides humiques, molécules organiques complexes qui sont globalement de charge négatives vont permettre de créer un réseau auquel vont s'accrocher les particules minérales du sol chargées positivement (voir illustration).

BRF : Le bois raméal fragmenté, ou bois raméaux fragmentés (BRF), est un mélange non composté de résidus de broyage (fragmentation) de rameaux de bois (branches), issu majoritairement d'arbres feuillus



+ **Chauler** son sol pour remonter le pH si celui-ci est en-dessous de 5,5 (apports de cendres, chaux éteinte, dolomie...). Vérifier que son sol contient bien des argiles de type smectites (sols vertiques des zones semi-arides à replats...) avant tout chaulage visant à améliorer le COM (test du boudin avec anneau réussi, présence de fentes de retrait à l'état sec / slickensides...). En effet, les sols tropicaux contiennent majoritairement des argiles de type kaolinite qui ne participent pas à l'élaboration de COM. En général, le COM est réalisé entre des « spots » ferriques chargés positivement à la surface des limons et les charges négatives des acides humiques. L'introduction trop massive de Ca soluble risque de détruire le COM ainsi formé et donc de dégrader la structure du sol.

+ Effectuer un **travail du sol** qui doit se faire préférentiellement avec les racines des plantes en associant systèmes racinaires fasciculés qui travaillent plus en surface (graminées : fatak, herbe à éléphant...) et systèmes à pivot pour la profondeur (leucaena, zambrovades,

radis daikon...). En cas de travail mécanique indispensable (sols asphixiants, tassés...), éviter les outils rotatifs et privilégier les outils à dents pour ameublir le sol si nécessaire (grelinette, vibroculteur, ...) mais toujours après apport de compost bien mûr (incorporation) et dans des conditions optimales d'humidité (30 à 70 % de la capacité au champ).

❗ Si sols trop humides ► tassements, semelles de labour ; si sols trop sec ► pulvérisation et érosion éolienne, semelles par dépôts d'éléments fins, usure des outils accélérée.

NB : En cas de manque de matières compostables disponibles, la pratique *in-situ* des engrais verts avec incorporation superficielle et paillage végétal améliorera rapidement la structure en surface, mais plus lentement en profondeur. Les techniques issues de l'agriculture syntropique peuvent également être d'une grande aide dans ce cas (communautés de plantes stratifiées qui associent plantes à biomasse, comestibles, fixatrices d'azote, mellifères...).



5 AMÉLIORATION DE LA RICHESSE DU SOL

Pour améliorer la richesse de votre sol, vous pouvez avoir recours en premier lieu à l'utilisation :

- + de **légumineuses** pour augmenter la richesse en azote du sol et de BRF pour favoriser la mycorhization (apport en eau et en phosphore aux cultures).
- + d'**engrais vert** pour stimuler l'activité biologique et la minéralisation des matières organiques.
- + de **composts** pour augmenter la richesse en éléments minéraux (compost nerveux), en humus (compost structurants), ou les deux (compost intermédiaire).

Vous pouvez également utiliser en plus les produits suivants :

- + des **engrais minéraux naturels** de types :
 - cendres domestiques (Ca, K, Mg, P...) Éviter les cendres industrielles riches en métaux lourds), chaux magnésienne/dolomie (Ca, Mg), Patenkali (S, K, Mg), Kiesérite (Mg, S)... La finesse des matières épandues influera directement sur la vitesse de libération dans le sol. Privilégier donc les mélanges mixtes fin/grossier pour une efficacité immédiate et prolongée.
 - Éviter les apports de phosphates naturels sur sols basiques, difficilement mobilisables pour les plantes, préférer dans ce cas le Superphosphate triple.

Faire des apports légers et fréquents, surtout sur sols filtrants, sols à faible teneur en MO ou à faible CEC, sinon risques de pertes par lixiviation.

- + les **engrais liquides naturels** de type :
 - purins de plantes (N...),
 - jus de compost (N...)
 - urines (N)... Toujours laisser les urines reposer au minimum 3 à 6 mois avant utilisation (hygiénisation), mélanger avec de la cendre (1 urines/ 0,7 cendres) pour réduire l'acidification (nitrification dans le sol) et apporter des bases, puis diluer à 10 % avant utilisation.
 - Nota Bene : pseudo-troncs de bananiers riches en K ; fruits de tamarins riches en K, Ca, P et Mg)

Faire des apports légers et fréquents, surtout sur sols filtrants ou à faible CEC, sinon risque de pertes par lixiviation.

- + Les **préparations bio-stimulatrices de la vie du sol**
 - urines fermentées,
 - thés de compost oxygénés,
 - Micro-organismes Utiles/Efficient Micro-organismes (EM)...

Ces produits agissent comme des probiotiques (ensemencement), mais pour être efficace, il faut que le sol contienne suffisamment

de matières organiques qui serviront de nourritures aux EM.

- + Les **préparations stimulatrices des défenses des plantes**
 - des essais ont montré par exemple que l'utilisation de *Moringa oleifera* (Mou-rongue), en pulvérisation foliaire ou au sol via l'irrigation par goutte à goutte, pouvait augmenter les rendements jusqu'à 30 % grâce à son effet éliciteur.
- + **L'aération** d'un sol compacté ou à structure lourde avec de préférence un outil à dent type grelinette, va stimuler l'activité des micro-organismes aérobies donc la minéralisation des matières organiques fermentescibles (= libération de nutriments). Cet effet est un peu lent à se mettre en place (quelques jours à quelques semaines) est de durée variable (quelques semaines à quelques mois) en fonction de l'état initial du sol (taux de MO fermentescibles, rapport C/N, vie du sol, texture...). Tant que la structure du sol ne sera pas suffisamment améliorée pour une alimentation correcte des plantes (apports massifs de MO structurantes), **l'opération d'aération sera à renouveler régulièrement**, dès l'observation d'une baisse de la croissance normale des cultures en lien avec la reprise en masse du sol !

Comment élaborer un compost adapté à ses besoins ?

Il s'agit ici de composts hygiénisés par montée en température pour l'élimination des micro-organismes potentiellement pathogènes ainsi que des graines d'adventices.

Pour réussir ce genre de compostage, 3 facteurs sont à prendre en compte lors de l'élaboration :

- + l'aération du tas (éviter son tassement en ajoutant des matières structurantes si besoins),
- + son humidité (couvrir si besoin pour éviter le dessèchement ou la lixiviation du tas par la pluie)
- + le rapport C/N des matières compostées.

■ Emplacement de la zone de compostage

Choisir un endroit sans fourmis, en légère pente, protégé de la pluie (lixiviation) et du soleil (dessèchement), le mieux étant une plateforme bétonnée couverte avec des gouttières d'écoulement creusées au sol pour récupérer les jus de composts (lixiviats).

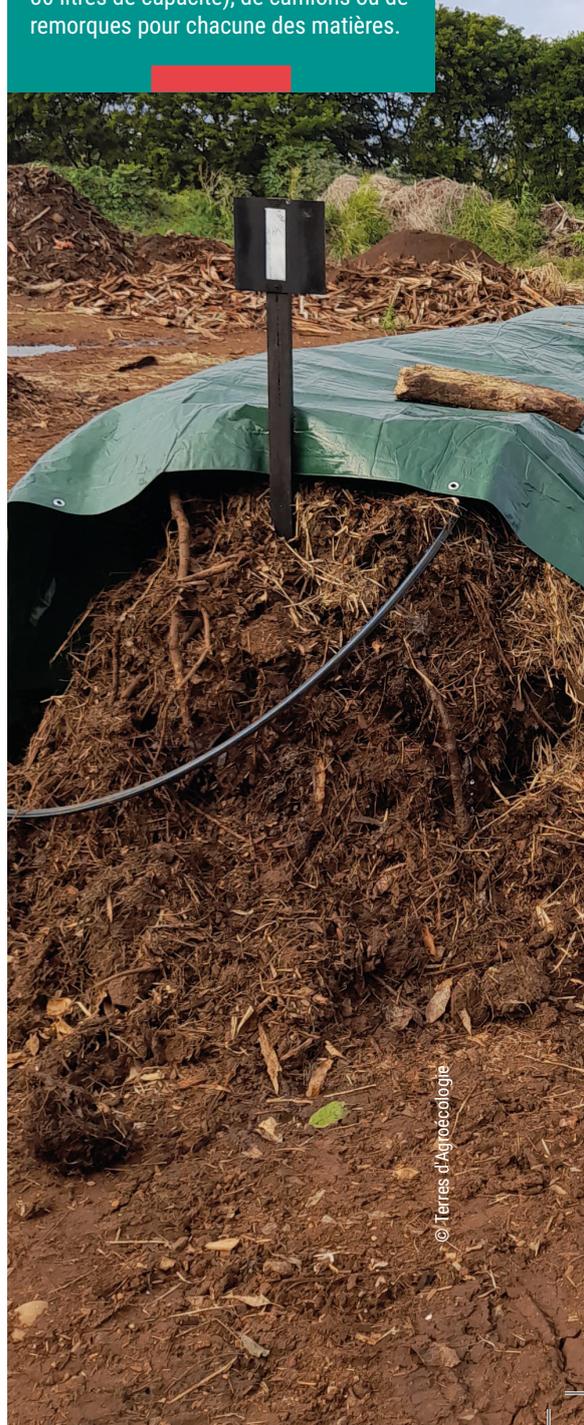
Utiliser la formule suivante pour calculer le bon mélange des 2 matières premières

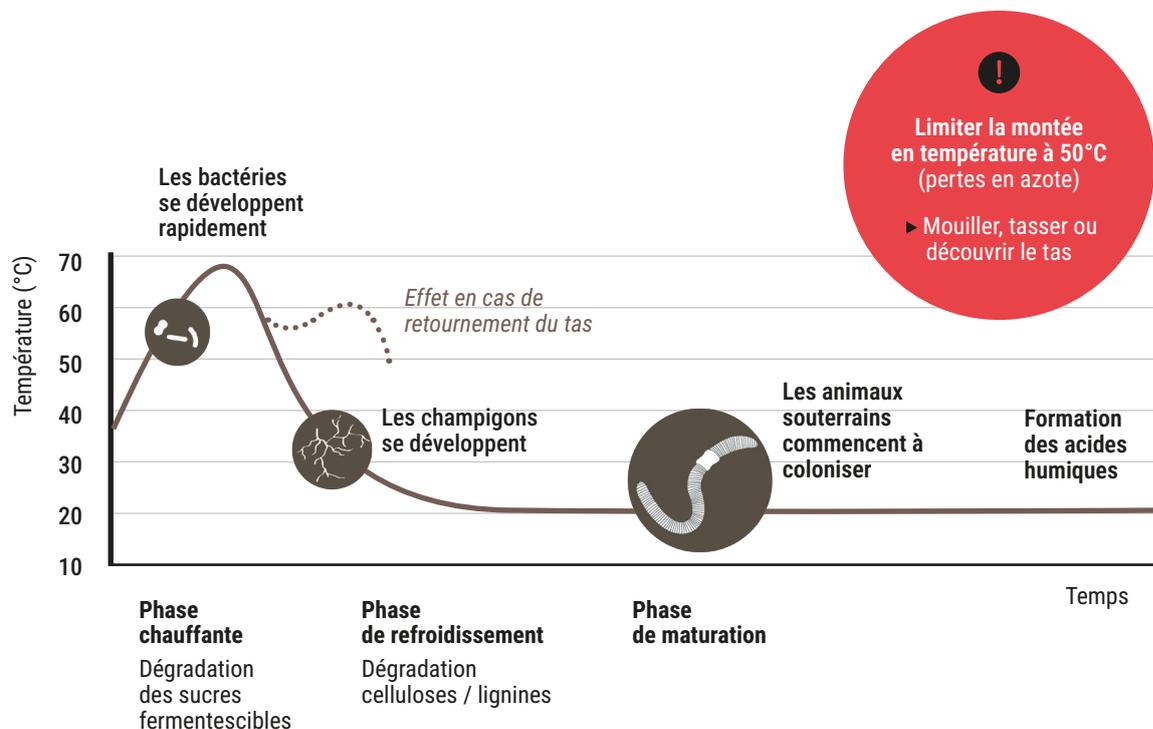
$$RM = \frac{(N1 \cdot R1 + N2 \cdot R2)}{(N1 + N2)}$$

Avec Rm = ratio C/N du mélange souhaité ; r1 et r2 = ratios C/N des matières 1 et 2 ; n1 et n2 = quantités des matières 1 et 2 (en kg ou tonnes) que l'on fait varier jusqu'à obtenir le Rm souhaité.

Convertir n1 et n2 en volume v1 et v2 en utilisant les densités respectives des matières 1 et 2, soit d1 et d2. Exemple si n1 = 20 kg (ou tonnes) et d1 = 0,5 alors v1 = 20/0,5 = 40 litres (ou m3).

Convertir les volumes en nombres de brouettes (40 l = une demi brouette dans notre cas avec une brouette de 80 litres de capacité), de camions ou de remorques pour chacune des matières.





En plein air, établir son tas à l'ombre d'un arbre sans fourmis, avec une bâche sous le tas (récupération des lixiviats, éviter le dessèchement/absorption du sol, fourmis) que l'on pourra replier sur le dessus pour le protéger de la pluie (lixiviation) et accélérer la montée en température (effet de serre). Avant de monter le tas de compost, disposez à son emplacement une couche de branchages d'une dizaine de cm pour assurer une bonne aération par la base.

■ Élaboration du tas

Monter votre tas en mélangeant de la façon la plus homogène possible (avec une bétonnière, couche par couche, ...) les différentes matières préalablement hachées finement (broyeur, débroussailluse avec couteau de broyage, tondo-broyeur...). Pour une bonne montée en température, il est recommandé de réaliser un tas d'1 m³ minimum, sauf pour les composts nerveux s'ils sont bien aérés et couverts (bâches) car ils montent plus facilement en température.

! Vous pouvez marcher sur le tas pour le tasser s'il est trop aéré (matériaux grossiers...) ou au contraire vous devez éviter de le faire si les matériaux utilisés sont très verts, tendres ou fins (tontes fraîches, fumier en poudre...) afin d'éviter un tassement excessif. L'ajout de matériaux structurant entre les différentes couches (branchage) pour aérer le tas peut être fait si les matériaux de bases sont trop tassant (cas fréquent des composts nerveux).

+ **compost structurant** : d'un rapport C/N de 40 à 100 à l'élaboration, montée en température complète en 1 à 2 mois, durée de compostage de 6 mois minimum (sinon risque de faim en azote comme avec du BRF) avec un retournement à 2-3 mois.



+ **compost intermédiaire** : d'un rapport C/N de 20 à 40 à l'élaboration, montée en température complète en 15 à 30 jours, durée de compostage minimum de 3 mois avec retournement à 1-1,5 mois.

+ **compost nerveux ou nutritif** : d'un rapport C/N < 20 à l'élaboration, montée en température complète en 1 à 3 semaines, durée de compostage minimum d'1 à 2 mois avec retournement à 15-30 jours. Veillez à un bon maintien de l'aération.

■ Suivi de la montée en température ► objectif 50°C

Utiliser un thermomètre spécial pour four ou autre (longueur 50 cm) et commencer le suivi rapidement après l'élaboration du tas : 2 jours pour un compost nerveux, 1 semaine pour un compost moyen, 2 semaines pour un compost structurant.

Cas n°1 : le tas monte très vite en température et dépasse les 50°C (risques de pertes importantes d'azote par volatilisation) : arroser pour abaisser la température et découvrir le tas, tasser un peu si reprise trop rapide de la montée.

Cas n°2 : le tas ne monte pas assez en température, un des 3 facteurs décrits plus haut sera à corriger, soit par aération/retournement, soit par arrosage à l'eau (si trop sec) ou avec un liquide riche en N (urines, jus de composts...) si c'est le rapport C/N du tas qui est trop élevé. Couvrir le tas jusqu'au sol avec une bâche (piège à la chaleur) légèrement trouée (circulation de l'air).

Cas n°3 : montée normale, veiller juste à ne pas monter trop haut en température (max 50°C) et retourner l'andain dans les temps.

■ Retournement du tas

Pour avoir un compost bien homogène, il faut retourner le tas ou andain car le processus de compostage se concentre surtout au cœur de celui-ci. Il faut donc inverser les couches, c'est à dire mettre ce qui était en périphérie au cœur et ce qui était au cœur en périphérie. On peut le faire à la fourche, avec un motoculteur (petit tas), un godet ou une griffe sur engin, ou encore avec un retourneur d'andains attelé sur tracteur pour les grosses structures et les collectifs. Prévoir la place nécessaire au retournement.

Tableau indicatif des rapports C/N de différentes matières



Matières	Type	Rapport C/N
Urine	N	1
Jus d'écoulement des fumiers	N	1,9 à 3,1
Coquilles de fruits de mer	N	3 à 5
Poudre de sang et d'os	N	3 à 8
Lisier de porc	N	14
Fanes de légumineuses (haricots, pois, fèves)	N	15
Déjections animales	N	5 à 10
Déjection d'animaux familiers herbivores ou granivores (hamsters, lapins, cobayes, oiseaux)	N	15
Algues	N	17
Jacinthes d'eau	N	20
Restes alimentaires	N	23
Fanes de tomates et de pommes de terre	CN	25
Tontes de pelouse	N	10 à 15
Fumier de volaille	N	10 à 15
Marc et filtre de café	N	8 à 20
Engrais vert	N	10 à 20
Foin, graminées	CN	32
Fumier pailleux de mouton	N	15 à 20
Luzerne	N	16 à 20
Déchets de cuisine	N	20 à 25
Fumier pailleux de bovin et de cheval	CN	20 à 30
Herbes indésirables	CN	20 à 30
Feuilles d'aulne, d'arbres fruitiers, de frêne, de noisetier, de sureau	CN	25 à 30
Fanes de pommes de terre	CN	25 à 30
Tailles d'arbustes de printemps	CN	25 à 30
Foin	CN	25 à 30
Sciure et copeaux de bois	C	100 à 500



Drainage, irrigation, binage, paillage et salinisation

On ne peut parler de fertilité des sols sans évoquer le drainage, l'irrigation, le binage et le paillage tant ses pratiques ont un effet important aussi bien sur la nutrition des plantes que sur le fonctionnement du sol.

■ Le **drainage** s'impose parfois sur terrains argileux lourds car le développement racinaire est bloqué en profondeur (zone anoxique réductrice=couleur bleue/gris) par l'excès d'eau (lessivage des argiles dans l'horizon B).

■ L'**irrigation** permet de réguler l'apport en eau des cultures mais son utilisation en zone sèche à forte évapotranspiration peut entraîner la salinisation des sols. En effet, si les apports sont inférieurs aux pertes par évapotranspiration, les éléments minéraux du sol remontent par capillarité et se déposent en surface, formant à terme une croûte blanche de sels (Ca, Mg, K, Na...) qui va stériliser le sol et le rendre impropre à la culture. Pour éviter ce phénomène on peut avoir recours entre autre au binage et au paillage du sol.

■ Le **binage** vise à découper les racines des adventices en passant un outils tranchant sous la surface du sol (bineuse, sarcluse...). Ce faisant, on casse la capillarité entre la surface et les horizons profonds ce qui empêche la remontée de l'eau et des sels minéraux, d'où l'expression « 1 binage vaut 2 arrosages ! ».

■ Le **paillage** permet, outre de limiter le développement des adventices, de diminuer la température du sol donc l'évapotranspiration. Il assure de plus une protection de l'horizon superficiel contre les agressions du climat (pluies, vents...).

7 ANNEXES

Symptômes isolés non spécifiques sur les feuilles



Symptôme	Description	Carence	
		feuilles anciennes	feuilles jeunes
Chlorose			
	Tissu jauni.		
Chlorose régulière (jaunissement des feuilles)	L'ensemble de la feuille y compris les nervures devient vert pâle à jaune	N, P, K	S
Chlorose avec nervures vertes	Feuille entièrement jaune citron : seules les nervures restent vertes, souvent uniquement sur quelques rameaux	Mn	Fe
Chlorose intercostale	Parties jaunes entre les nervures. Sur certaines plantes, par ex. la vigne, la couleur peut également être rouge violet	Mg	Mn, Zn
Rayures chlorotiques	Sur les feuilles à nervures parallèles (monocotylédones) telles que les graminées et les céréales, rayures plus claires entre les nervures	Mg	Fe
Points chlorotiques	Chloroses claires, en forme de points, entre les nervures		Mn
Nécrose			
	Tissu desséché, mort		
Nécrose du bord des feuilles	Le tissu meurt progressivement depuis le bord de la feuille, souvent au début avec une ligne de séparation jaune vif par rapport au tissu sain (démarcation chlorotique).	K (B)	
Nécrose de la pointe des feuilles	Nécrose progressive depuis la pointe des feuilles	Zn	Ca, B
Nécrose en pointillé	Points de tissu mort (diamètre 0,5 à 1 mm)		K, Mn
Nécrose en points/taches	Taches tissulaires rondes, desséchées, parfois perforées		Mn
Nécrose intercostale	Tissu brun et mort entre les nervures (P : plus grandes taches)	Mg, P	Mo
Changements de couleur			
Coloration vert foncé	Couleur des feuilles bleu vert fané / pourpre à bronze	P	
Couleur pourpre	Formation d'anthocyanes à la suite de [accumulation d'hydrates de carbone	N, P	
Couleur brun foncé-noir	Couleurs brunes à noires, sans que les endroits concernés ne commencent à se nécroser	P	

Troubles touchant la forme et les fonctions



Symptôme	Description	Carence	
		feuilles anciennes	feuilles jeunes
Déformations/ dépérissement des bourgeons et point végétatif	Point végétatif à la pointe des rameaux (bourgeons terminaux), entre-noeuds et bourgeons floraux de forme non naturelle, jeunes feuilles déformées / dépérissement, dentelure irrégulière		B, Ca, Cl (dans de rares cas)
Signes de flétrissement	Fleurs fanées (K) / symptômes de flétrissement et glabrescence / dessèchement des pointes (Cu), flétrissement des pointes	K	Cu
Feuilles déformées	Feuilles déformées, parfois cassantes, enroulées	B	B, Ca, Cl (rare)
Déformation des feuilles en forme de lanières de fouet	Bords des feuilles enroulés vers le haut, en forme de lanières de fouet (whip-tail, surtout sur les choux)		Mo
Enroulement des feuilles	Enroulement des feuilles, sans carence en eau		Cu
Rameaux dénudés / dépérissement	Dessèchement de la pointe des rameaux jusqu'à leur dépérissement		Cu
Chute des feuilles / la plante se dénude depuis la base	Feuilles les plus anciennes avec nécrose du bord P croissante, couleur brun noir à noir (mélanine), mort et chute des feuilles	P	
Feuilles de petite taille / formation de rosettes			Zn
Écoulement de résine / de latex	De la résine (conifères) apparaît sur les pousses apicales / du latex sur les nervures centrales (poinsettias)	B	

Symptômes en cas d'excès



Symptôme	Description	Excès
Nécrose	Nécrose se développant à partir de la pointe des feuilles et s'étendant via le bord sur toute la feuille, en formant des taches. Rabougrissement possible des feuilles	B
Nécrose du bord des feuilles / enroulement et dépérissement foliaires	Nécrose partant du bord de la feuille, souvent avec une fine délimitation chlorotique jaune saline clair, fortement marquée, entre le tissu sain et le tissu nécrotique.	Cl resp. teneur saline généralement accrue, N
Taches en forme de points foncés à noir sur la face intérieure des feuilles et les nervures	Dépôts bruns d'oxyde de manganèse dans les tissus et les nervures des feuilles anciennes. Se rencontre le plus souvent sur les sols acides mal aérés	Mn
Taches nécrosées depuis le bord	Nécrose formant des taches rouge brun partant du bord de la feuille	Zn
Symptômes de carence ferrique	Carence ferrique en raison d'un excès de P ou de Mn (faibles valeurs de pH)	P



Le programme de coopération professionnelle des établissements du REAP AAOI (Réseau des Établissements Agricoles Professionnels de l'Afrique Australe et Océan Indien) est cofinancé par l'Union européenne et la Région Réunion. L'Europe s'engage à La Réunion avec le fond Interreg VI



TERRES d'AGROÉCOLOGIE (ex-Vélo Vert) a intégré le réseau de coopération régionale REAP AAOI (Réseau des Établissements Agricoles Professionnels Afrique Australe - Océan Indien) en 2024.

Le REAP AAOI réunit 90 établissements de formation agricole technique et supérieur de 8 pays et îles (Madagascar, Afrique du sud, Mozambique, Comores, Seychelles, Maurice, Rodrigues, Mayotte et La Réunion). Le REAP AAOI favorise l'ingénierie des dispositifs de formation, renforce le développement des partenariats, développe les échanges pédagogiques entre apprenants et mutualise les expertises entre la recherche appliquée, l'innovation, la formation et l'entrepreneuriat.

Ce projet résulte d'un partenariat en coopération régionale entre le CFPPA FORMA'TERRA de La Réunion et TERRES d'AGROÉCOLOGIE (ex-Vélo Vert) à l'île Maurice. Il a abouti à la co-conception de modules de formation destinés aux agriculteurs mauriciens et réunionnais en 2024, autour de quatre thématiques majeures : la gestion de la fertilité des sols en agroécologie tropicale, la protection intégrée des cultures, la propagation des plantes et la gestion économique d'une exploitation agricole.

Fiches rédigées par Aurélien Velle, Vincent Arnault, Antoine Colle, Rachid Khattou sous la coordination de Jérôme Masson (FORMA'TERRA) et Margot Roux (TERRES d'AGROÉCOLOGIE).

Partenaires



Financiers



Le programme de coopération professionnelle des établissements du REAP AAOI (Réseau des Établissements Agricoles Professionnels de l'Afrique Australe et Océan Indien) est cofinancé par l'Union européenne et la Région Réunion. L'Europe s'engage à La Réunion avec le fond Interreg VI.