



Les produits organiques pour la fertilisation du *fa'a'apu*



Quand,
comment,



combien ?



CRÉDIT & REMERCIEMENTS

Remerciements tout particuliers à **Raimoana Oito** (DAG), **Marc Fabresse** (CAPL), **Alexandra Jagou** (formatrice) et **Albert Teiva Moureu** (formateur au CJA de la presqu'île et agriculteur).

Merci au **CJA de Fare Ute** et aux **agriculteurs**, qui nous ouvrent leurs portes pour échanger régulièrement, ainsi qu'aux **agents de la DAG**, impliqués sur tous les aspects de la brochure.

© Décembre 2020 - Ouvrage financé par la **Vice-présidence, ministère de l'agriculture, de l'économie bleue et du domaine, en charge de la recherche**



- **Illustrations** : Hoanui
- **Conception graphique et mise en page** : Jean-Philippe Martin
- **Impression** : STP Multipress

Toutes les photos de l'ouvrage sont de **Laurent MAUNAS, Raimoana OITO** et **Marc Fabresse**



Les produits organiques pour la fertilisation du *fa'a'apu*

Quand ?
Comment ?
Combien ?

Laurent MAUNAS

Aérobic : Processus ou organisme qui nécessitent d'avoir de l'air et de l'oxygène pour fonctionner (exemple : compostage)

Amendement : Substance incorporée au sol dans le but d'améliorer ses propriétés physiques, son pH...

Anaérobic : Processus ou organisme qui ne nécessite pas d'oxygène pour fonctionner (exemple méthanisation)

Azote (N) : C'est l'un des principaux constituants des acides aminés, des protéines et de l'ADN. Une nutrition limitée en azote réduit la synthèse protéique et par conséquent la teneur en chlorophylle à la base de la photosynthèse (transformation de la lumière en énergie par les plantes). L'azote est présent dans l'air et le sol.

Bactéries : Micro-organismes de très petite taille (microscopique)

Broyat : Désigne le résultat du broyage des branches.

Cations et CEC : Constituant chargé de particules positives. A l'inverse des anions qui sont constitués de particules négatives. La capacité d'échange en cation (CEC) détermine le volume de stockage en éléments nutritifs tels que : Calcium, Magnésium, Potassium, Ammonium, Sodium... La CEC est fortement dépendante du type de sol (proportion sables, argiles, matière organique)

Déchets bruns : Matières sèches issues de végétaux de couleur brune et riches en carbone.

Déchets verts : Matières fraîches et humides issues de végétaux de couleur généralement verte et contenant une teneur significative en azote.

Epandage : Application d'un produit sur la terre ou sur les plantes.

Fertilisant : Substance (naturelle ou artificielle) utilisée pour enrichir le sol et nourrir les plantes, aussi dénommé engrais.

Humus : Produit issu de la décomposition des matières organiques. L'humus retient et libère lentement les nutriments aux plantes.

Matière organique : Toute matière qui est, ou était vivante, ou a été produite par un organisme vivant. Au niveau du sol, la teneur en matière organique est plus élevée en surface (0 à 10 cm). De fait, c'est un

lieu important de vie, de richesse et d'échanges. Les sols à moins de 2% de matière organique tendent à être des sols pauvres.

Métaux lourds ou ETM (élément trace métallique) : Éléments chimiques qui posent des problèmes de toxicité pour les plantes ou pour l'homme lorsqu'ils sont présents en grande quantité : l'arsenic, le cadmium, le cuivre, le chrome, le mercure, le nickel, le plomb, le sélénium et le zinc.

Micro-organismes : Ce sont des organismes de très petite taille. Par exemple, dans le compost des bactéries (dont la taille est de quelques microns), des moisissures (quelques microns à quelques millimètres)...

Nouaison : Stade végétal correspondant à la phase initiale de formation du fruit après la fécondation

pH (potentiel Hydrogène) : indicateur exprimant l'acidité ou l'alcalinité des matières, l'échelle allant de 1 à 14. La mesure 7 exprime un produit neutre (par exemple l'eau).

Phosphore (P) : Le phosphore joue un rôle à plusieurs niveaux pour les plantes : sur la multiplication cellulaire, sur la respiration cellulaire et le transfert de l'énergie et sur la photosynthèse en synergie avec l'azote et de nombreux autres éléments.

Porosité : Espace dans le sol permettant la circulation de l'eau, de l'air et des organismes vivants.

Potassium (K) : Il participe directement à la formation et à la croissance des cellules végétales. Ses fonctions dans le métabolisme des plantes sont multiples : maintient le port de la plante, agit sur la photosynthèse (production de sucre), favorise le transfert des sucres et acides aminés vers les racines et les organes de réserve (grains, fruits, tubercules), régule le cycle de l'eau dans la plante...

Produit résiduaire organique (PRO) : Résidu issu du processus de fabrication d'un produit, classiquement appelé «déchet». Les PRO sont issus de produits biologiques (animaux, végétaux...) dits organiques. Ils peuvent avoir un intérêt agronomique (fertilisant), énergétique (méthanisation) ou matériel.

Purin : Produit liquide issu des élevages d'animaux (urine majoritaire) ou de macération de végétaux ou algues.

▶ Introduction	06
▶ Quand ?	07
Quand la plante en a besoin	07
• Cas des plantes à cycle court ou annuelles	
• Cas des plantes bi-annuelles ou pluri-annuelles	
Quand le sol manque d'éléments fertilisants pour satisfaire les besoins d'une plante durant son cycle	10
• <i>Encart : remonter le pH des sols acides pour améliorer la disponibilité des éléments nutritifs</i>	14
▶ Comment ?	15
En fonction de l'origine des produits utilisés	16
Grâce aux produits organiques qui sont des produits vivants	16
Comment les obtenir	18
• Les déjections d'élevage	
• Le compostage	
• Les déchets de poisson	
• Les purins de plantes ou d'algues	
• Les produits du commerce	
Comment les appliquer	23
• Liquides	
• Solides	
▶ Combien ?	23
Caractérisation générale des produits	24
Quantités à apporter	29
• Cultures maraîchères	
• Cultures vivrières	
• Fruitières, dont cocotiers	
• <i>Encart : Autres bénéfiques des produits organiques</i>	33
▶ Conclusion	34
• <i>Annexe 1 : Tableau des conversions et correspondances</i>	35

Introduction



Vous l'avez compris, la fertilisation, ou alimentation des plantes, est cruciale pour leur bon développement et leur croissance. Au même titre que les hommes qui ont besoin de protéines et de glucides, les plantes vont aller capter les éléments nutritifs par leur système racinaire pour les protéines et le feuillage pour la production de sucre. L'agriculteur ou le jardinier sont là pour s'assurer que les bonnes conditions sont présentes pour la plante.

Tamata, l'agricultrice qui nous accompagnera durant ce dossier, nous expliquera, en s'appuyant sur de nombreuses figures, photos et tableaux, quelles sont les bases de la fertilisation et avec quels produits facilement présents sur le fenua nous pouvons alimenter nos cultures. Ces produits sont dénommés «produits organiques» ou «produits résiduels organiques», car ils sont issus de substances naturelles qu'elles soient végétales (déchets verts, purins...) ou animales (lisiers, fientes, déchets de poisson...) qui peuvent avoir subi une transformation (compostage, ensilage...) ou non.

Dans ce document, Tamata nous expliquera quand utiliser les produits organiques, comment s'en fournir et combien de ces produits doit-on donner aux plantes de nos *fa'a'apu* pour leur assurer une bonne santé et un bon développement jusqu'à la récolte.

On verra aussi dans ce document les moyens pour devenir autonome en fertilisants sur le *fa'a'apu* grâce à ces produits et les différences entre fertilisants (engrais) chimiques ou minéraux, et fertilisants organiques. Les autres bienfaits des produits organiques seront aussi abordés.

Au boulot !

Quand ?

L'alimentation des plantes est basée sur les trois éléments fertilisants majeurs (absorbés en plus grande quantité) : l'azote (N), le phosphore (P), la potasse (K). D'autres éléments comme le soufre (S), le magnésium (Mg), le calcium (Ca), et d'autres oligo-éléments sont aussi nécessaires en plus petites quantités et sont parfois indispensables à la bonne assimilation des éléments majeurs.

Chaque espèce de plante a des besoins propres et ces derniers évolueront selon la période du cycle de la plante. Certaines comme les légumineuses (soja, pois, haricot...) auront besoin d'être alimentées en phosphore, potasse plus qu'en azote. D'autres, comme les légumes «feuilles» (salade, pota...) et le maïs auront besoin d'un aliment principalement riche en azote. Les légumes «fruits» (tomates par exemple) et les fruitiers (bananes, ananas...) auront besoin d'un aliment équilibré voire plus riche en potasse pour aider à faire plus de sucre.



Quand la plante en a besoin

On définit deux catégories de plantes :

- ▶ **les plantes à cycle court**, dont la durée de cycle dure moins d'un an. Par exemple, les salades, tomates, potas, courgettes, pastèques, taro...
- ▶ **les plantes à cycle supérieur à un an** (plantes biennuelles et pluri-annuelles ou pérennes). On parle ici de l'ananas, du bananier, des papayers, des agrumes, manguiers... Pour cette catégorie, la saisonnalité peut influencer la mise à fruit de certaines espèces.

Les apports pour les plantes annuelles et pour les plantes pérennes ont une base commune : le début du cycle où la plante est la plus petite (masse de feuille et tige faible) demande moins d'éléments fertilisants ; les besoins vont en augmentant au fur et à mesure que la plante grandit et que l'on s'approche de la floraison et de la production de fruits.

La phase de production de fruits se terminant, la consommation de la plante en éléments nutritifs va de nouveau diminuer.

► Cas des plantes à cycle court ou annuelles

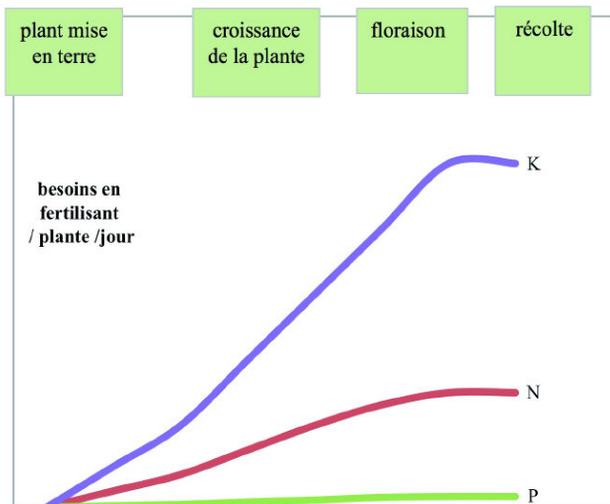


◆ **Photo 1** : Culture de salade

Pour les plantes annuelles ou à cycle court, par exemple la salade (*photo 1, ci-dessus*), un ou deux apports pourront suffire pour satisfaire tous ses besoins.

La multiplication des apports permet de s'approcher des besoins liés au stade (*figure 1, pour la tomate*) et a donc le mérite d'être plus respectueuse de l'environnement.

A noter que certains éléments fertilisants comme l'azote, sont en effet facilement perdus s'il pleut fortement après l'épandage. Certains produits fertilisants (chimiques, minéraux ou organiques) ayant une libération lente des éléments nutritifs, cela sera à prendre en compte pour établir un calendrier d'épandage adapté.



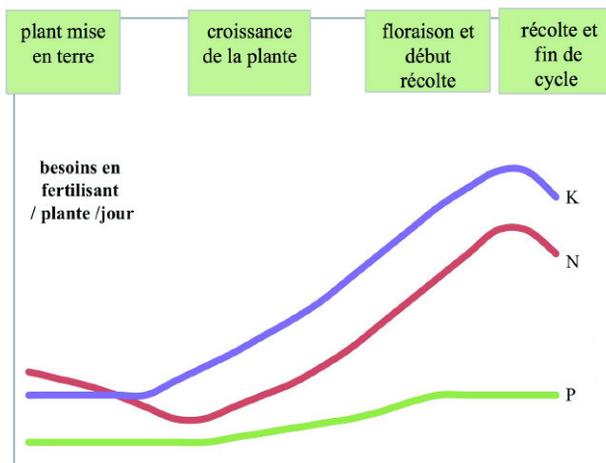
◆ **Figure 1** : Besoins en fertilisant au fil de la croissance et de la fructification pour la tomate

► Cas des plantes bi-annuelles ou pluri-annuelles

Pour les plantes bi-annuelles ou pérennes (ananas, arbres fruitiers, bananiers...), plusieurs épandages sont réalisés en fonction du stade des plantes et diffèrent au fil des années en lien avec les niveaux de production saisonniers.

La **figure 2** ci-contre, sur les besoins en fertilisant du bananier, montre que les courbes ressemblent à celles des plantes à cycle court mais la durée entre deux épandages ne sera pas la même, ni les quantités et le type d'apport à chaque épandage.

De la même manière, pour les agrumes (**photo 2, ci-dessous**), un apport à la plantation et toutes les 4 à 6 semaines en début de cycle au pied de l'arbre est recommandé. Par la suite (année 2 et après), un apport tous les deux mois, avec des quantités plus importantes sous la zone de la couronne de feuille, est effectué pour satisfaire les forts besoins (floraison et alimentation des fruits).



◆ **Figure 2** : Besoins en fertilisant au fil de la croissance et de la fructification pour la banane

Il est important que la plante ne manque pas d'eau durant toute la période de floraison/nouaison pour optimiser l'absorption des éléments nutritifs et éviter l'avortement des très jeunes fruits (ce principe est valable pour de nombreux arbres fruitiers et végétaux annuels).

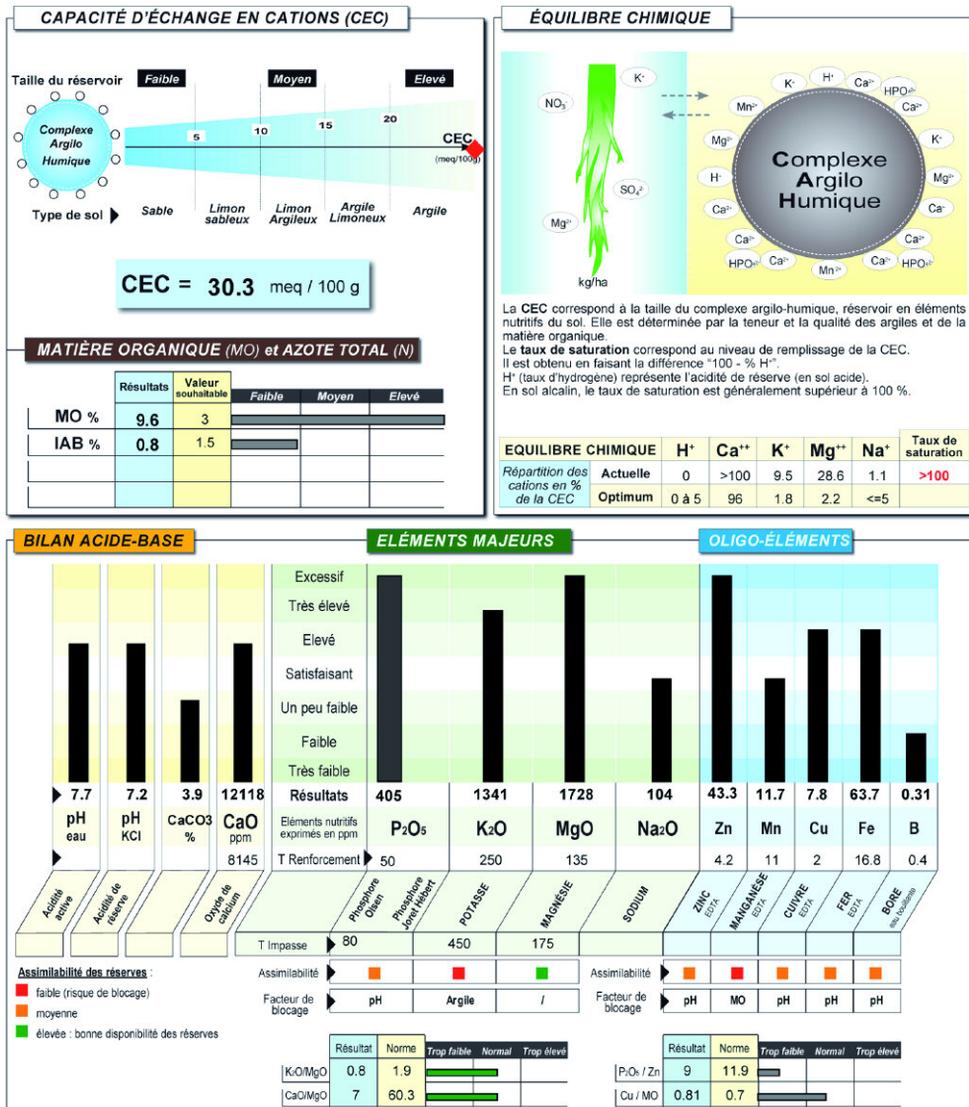


◆ **Photo 2** : Parcelle d'agrumes (Moorea)

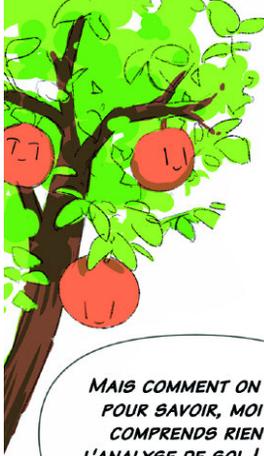
Quand le sol manque d'éléments fertilisants pour satisfaire les besoins d'une plante

Outre le fait que la plante a des besoins plus ou moins importants en fonction de son stade, il faut connaître son sol (pH, teneurs en argile, sable, limon, matière organique, profondeur...), et ce qu'il contient en éléments nutritifs

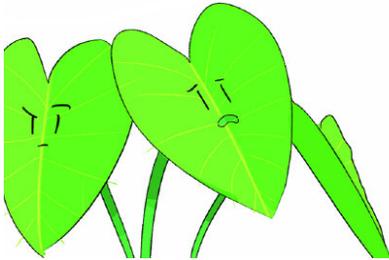
(excès ou carences) pour éviter une diminution de la qualité de ce sol et d'éventuels stress pour la plante. L'information sur la caractérisation du sol est donnée par l'analyse physico-chimique du sol réalisée par un laboratoire agréé.



◆ Figure 3 : Exemple d'analyse de sol réalisée sur Papara en 2019



MAIS COMMENT ON FAIT POUR SAVOIR, MOI JE COMPRENDS RIEN À L'ANALYSE DE SOL ! TROP DE CHIFFRES SUR LE PAPIER...



EN GROS, LE SOL ÇA CORRESPOND AUX REPAS DE L'AGRICULTEUR, S'IL MANGE QUE DES HARICOTS VERTS AVANT D'ALLER AU TRAVAIL, IL NE VA PAS TRAVAILLER LONGTEMPS

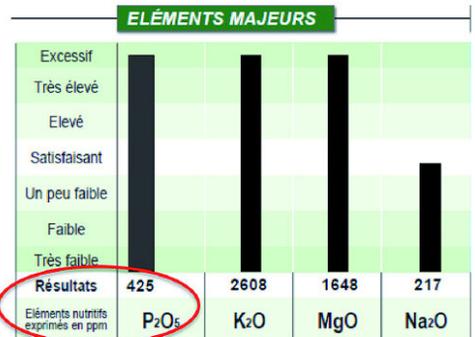
C'EST EXACTEMENT ÇA, QUE DES HARICOTS VERTS ET JE N'AURAI PLUS DE MUSCLE ET PAS ASSEZ D'ÉNERGIE POUR TRAVAILLER, À L'INVERSE TROP DE PRODUITS SUCRÉS DANS MON ASSIETTE ET JE RISQUE LE DIABÈTE. C'EST UNE QUESTION DE DOSAGE ET D'INGRÉDIENTS.



L'analyse physico-chimique d'un sol peut être difficile à lire, elle présente plusieurs informations qui vont permettre de caractériser le sol qui va être mis en culture : teneur en MO (matière organique), pH (acide ou pas ?), CEC (capacité d'échange en cation), niveau des éléments nutritifs (N, P, K, oligo-éléments,...).

Un exemple d'analyse est présenté sur la **figure 3**. Pour les éléments nutritifs majeurs, les unités qui sont mentionnées sur l'analyse (**figure 4**) sont exprimées en ppm (parties par million) et qui équivalent à des milligrammes d'éléments par kilogramme de sol. Pour ramener les valeurs obtenues à des kg/ha d'un élément fertilisant, il est nécessaire d'appliquer un coefficient de 4.5, si vous avez fait le prélèvement sur les 30 premiers centimètres de sol, pour avoir la teneur présente dans ces 30 premiers centimètres (équivalent à 4 500 tonnes de sol/ha avec une porosité moyenne).

Dans l'exemple ci-après, les 425 ppm de P2O5 équivalent à 1 913 kg de phosphore (P2O5) présent



◆ **Figure 4** : Niveau des éléments nutritifs dans une parcelle maraîchère

sur un ha et dans les 30 premiers centimètres de profondeur. Pour un prélèvement sur les 20 premiers centimètres, le coefficient à appliquer est de 3 (425 ppm x 3 = 1 275 kg).

Le choix de la profondeur de prélèvement est généralement lié à la profondeur de travail du sol en lien avec l'homogénéisation réalisée par les outils sur cette profondeur.



◆ **Photo 3** : Sol de Papara

Dans notre exemple, on voit que les apports en phosphore (P2O5) et potasse (K2O) ne sont pas nécessaires car le sol est très riche en ces éléments, voire même en excès. L'agriculteur peut faire l'économie d'un ou plusieurs apports (une analyse/an permet de suivre l'évolution d'un changement de pratique).

A ces informations, il est important de mentionner le rôle du pH du sol sur l'assimilabilité des fertilisants. S'il faut rechercher des pH de sol entre 6 et 7 pour garder tout le potentiel de production pour de nombreuses espèces végétales, les différents contextes de sols de Polynésie française font apparaître des situations avec des pH faibles, inférieurs à 5,5 (par exemple après exploitation des forêts de pinus), et à l'inverse des pH élevés, au-delà de 7,5 (sur les atolls).

Comme on le voit sur la **figure 5**, ci-contre, à ces niveaux extrêmes, certains éléments fertilisants ne sont plus disponibles à 100 %, et il faudra

compenser (apport des éléments en pulvérisation foliaire par exemple), ou corriger le pH du sol, dans la mesure du possible.

Avec un sol inférieur au pH 5,5, des risques forts de toxicité à l'aluminium peuvent apparaître et entraîner un raccourcissement des racines qui n'arrivent plus à se développer correctement ni à accéder à l'eau et aux éléments fertilisants.

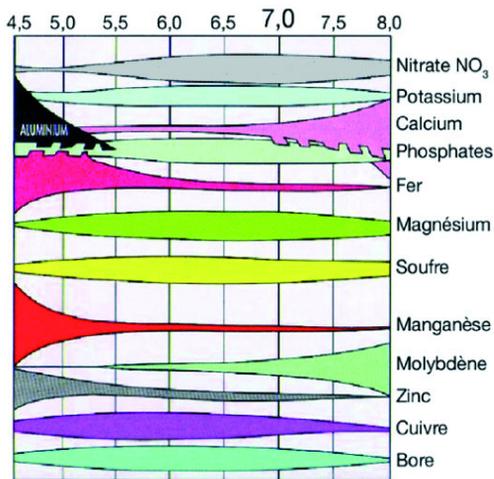


Schéma d'assimilabilité des éléments nutritifs par les végétaux en fonction du pH du sol. (Truog in : Mérelle, 1998)

◆ **Figure 5** : Schéma d'assimilabilité des éléments nutritifs par les végétaux en fonction du pH du sol (Truog in : Mérelle 1996)

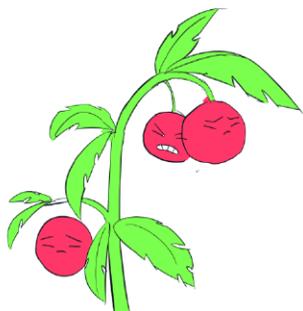
Ce contexte acide a généralement un impact sur le niveau de rendement des cultures, et il est donc important de réaliser un apport de calcaire et/ou magnésie, pour maintenir les sols à des valeurs de pH supérieures à 6. De même, le développement des bactéries fixatrices d'azote des légumineuses (haricots, soja, pois...) notamment est moindre sur des pH inférieurs à 6 voire 6,5.



◆ **Photo 4** :
Le sol est vivant,
il faut en prendre soin

TAMATA !

J'AI LES PIEDS QUI BRÛLENT, LE PH EST TROP ACIDE



OK J'ARRIVE, UN PEU DE CHAUX TE SOULAGERA ET T'ÉVITERA D'ABSORBER DE L'ALUMINIUM. CE PRODUIT N'EST PAS NON PLUS BON POUR LES HOMMES



◆ **Photo 5** : Parcelle de cocotiers carencée en azote (feuilles jaunes) – Rangiroa

A l'inverse, dans les sols basiques (pH supérieurs à 8) des atolls et des motus, des difficultés d'assimilation et d'utilisation de l'azote sont observées dans les cocoteraies par exemple (*photo 5*).

Ce phénomène est lié au très fort taux de calcium qui limite l'assimilation en fer et manganèse par les plantes. Dans ce cas, des apports en fer ou manganèse seront nécessaires avant d'espérer une bonne utilisation d'un fertilisant azoté.



Remonter le pH des sols acides pour améliorer la disponibilité des éléments nutritifs

Pour le confort de la majorité des plantes, il faut viser un pH compris entre 6 et 6,5. Si vos sols sont à ce niveau, un chaulage d'entretien suffit (équivalent à 250 unités valeurs neutralisantes) tous les ans ou tous les 2 ans.

Pour les sols acides (<5,8), un chaulage de redressement est à réaliser (Tab. 01).

	Valeur de la CEC en meq/100g		
	5	10	15
Kg de CaO/ha pour remonter le pH de 0,5 unité	700	1 400	2 000

◆ **Tableau 1** : Besoins en CaO pour remonter le pH du sol en fonction de la CEC (Source: Terra, mars 2014)

Les amendements utilisés sont caractérisés (Tab. 02) par un % d'élément (CaO, CaCO₃, MgO...) et/ou par une valeur neutralisante (VN). Cette dernière est la plus simple à utiliser pour déterminer les quantités à apporter (Tab. 02) : 1 kg de CaO = 1 unité VN.

La rapidité d'action a aussi son importance. Pour un chaulage d'entretien, utilisez des produits à action lente, pour des chaulages de redressement, utilisez des produits à action rapide.

	% CaO	%MgO	VN	Rapidité d'action (solubilité carbonique)
Chaux vive	90 à 95	-	90 à 95	Rapide
Chaux magnésienne	48 à 50	30 à 32	92	Rapide
Carbonate calcium marin (Calcimer)	36	1	46	Moyennement rapide
Algues calcaire broyée Lithothamne	42	3	44	Moyennement rapide
Calcaire pulvérisé ou broyé	46 à 60	0 à 5	45 à 50	Moyenne à rapide
Dolomie pulvérisé ou broyée	30 à 35	18 à 20	58 à 60	Lente à moyenne
Poudre de roche volcanique	0 à 1	3 à 10	5 à 14	Lente
Poudre d'huître	37 à 50	0,5	38 à 51	Lente

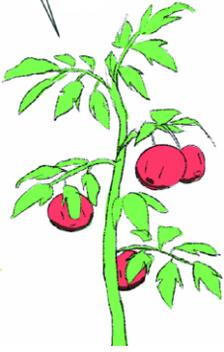
◆ **Tableau 2** : Valeur neutralisante pour 100 kg d'amendements et rapidité d'action (sources diverses)

Comme pour les produits organiques, il est préférable d'enfouir le produit pour qu'il soit efficace. Il est recommandé de remonter le pH en douceur. 0,5 unités/an est un maximum.

Cela représente par exemple 3 000 kg de Calcimer/ha (valeur neutralisante de 46 pour 100 kg) sur un an, si la CEC est de 10 (1 400 kg de CaCO₃ ou VN), et que vous devez remonter le pH de 5,5 à 6.

Comment ?

OK TAMATA,
MOI J'AI BESOIN DE
MANGER POUR GRANDIR ET LE SOL
DANS LEQUEL JE PUISE MES
ALIMENTS N'EST PAS TRÈS RICHE.
TU T'Y PRENDS COMMENT POUR
ME NOURRIR ?

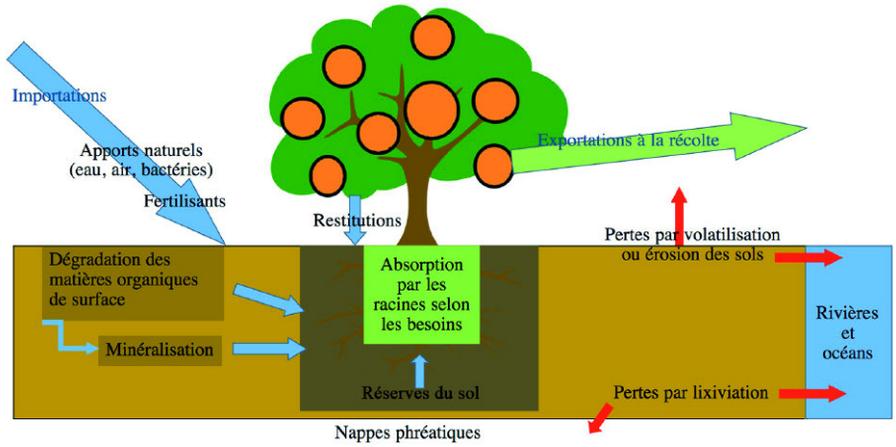


IL EXISTE PLEIN DE SOLUTIONS POUR TE
NOURRIR, LES PRODUITS ORGANIQUES QUI
SONT NATURELS SONT SOUVENT LES PLUS
FACILES À TROUVER ICI. JE VAIS
T'EXPLIQUER LEURS ORIGINES, COMMENT
ON LES OBTIEN ET COMMENT ON LES
APPLIQUE AU SOL.



Une fois les fortes périodes en besoins nutritifs identifiés, il est nécessaire de fournir à la plante ces éléments. Ils peuvent provenir du sol, s'il est suffisamment riche, ou des apports de fertilisants (importations), qui compenseront les manques du sol (carences), les éléments liés aux prélèvements par les cultures précédentes (exportations), le lessivage par les pluies... (figure 6).

Les «déchets» organiques issus de l'activité de l'élevage, de la pêche ou des cultures ont des valeurs fertilisantes intéressantes. A ce titre, ils perdent leur intitulé de déchets pour être nommés produits résiduaire organiques, ou produits organiques pour simplifier.



◆ Figure 6 : Origine des éléments nutritifs et identification des pertes ou exportations



◆ **Photo 6** : Porcs locaux avec accès temporaire à un parcours

En fonction de l'origine des produits utilisés

Un produit organique utilisé pour la fertilisation peut avoir plusieurs origines : animales, végétales, voire un mélange des deux (*photo 6*). Selon sa provenance, la forme du produit organique sera différente : sec, boueux, liquide, hétérogène (granulométrie) ou homogène.

Les déchets verts du *fa'a'apu*, ou de provenance extérieure à la ferme sont également une bonne

source fertilisante, une fois qu'ils ont été dégradés ou préparés. En vue de son utilisation, un produit organique peut rester pur, solide (fumier...) ou liquide (lisiers, purins...), être mélangé, déshydraté, composté, séparé, mis sous forme de poudre, bouchons... et peut être retravaillé par un professionnel pour ensuite être revendu.

Grâce aux produits organiques qui sont des produits vivants

Ces produits organiques évoluent dans le temps, sous l'effet des organismes vivants qui les composent (bactéries, champignons...), et des manipulations ou des méthodes de stockage.

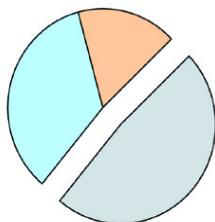
Par exemple, la technique de compostage entraîne une diminution significative du niveau d'azote entre le début du processus et la fin du compostage.

La déshydratation des matières liquides ou boueuses, induit une augmentation de la concentration des différents éléments au fil de l'évaporation.

Ces variations doivent donc être prises en compte en réalisant au moins une analyse du produit que l'on a l'habitude d'épandre (*figure 7, ci-contre*), si des valeurs de référence n'existent pas.

CARACTÉRISTIQUES DE L'EFFLUENT

Caractéristiques physiques :

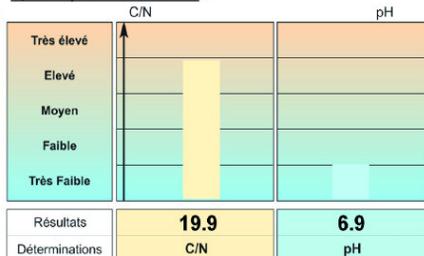


■ Humidité ■ Matières minérales ■ Matières Organiques

Déterminations	Résultats
Humidité %	34.8
Matières minérales % de produit brut	48.53
Matières organiques % de produit brut	16.66

Matières Sèches % : 65.2

C/N et pH de l'effluent :

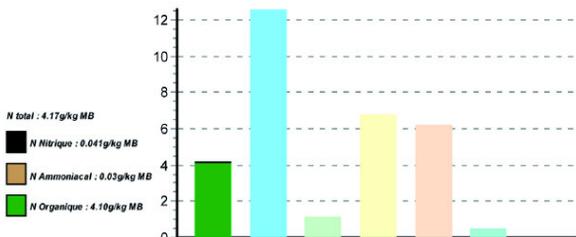


Le rapport C / N (Carbone / Azote total) est de 19,9, niveau élevé correspondant à une matière organique assez peu "évoluée" qui libérera ses éléments nutritifs progressivement, mais qui aura un bon rendement en humus.

Méthodes d'Analyses : Matière sèche et humidité (Méth. Interne selon NF EN 13040), Matière organique (Méth. Interne selon NF EN 13039), Azote Durris (NF EN 13654-2) , Rapport C/N (Calcul : carbone organique = MO / 2), pH (Méthode interne selon NF EN 12176), N-NO3 et N-NH4 (Méthode interne extraction KCl), P2O5 total, K2O total, CaO total, MgO total, Na2O total, oligo-éléments totaux : Cu, Zn, Mn, Fe, B (extraction eau régale NF EN 13346, dosage NF EN ISO 11885)

Éléments nutritifs

Éléments majeurs :



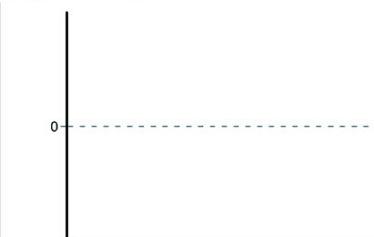
Déterminations	N TOTAL	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	SO ₃
Résultats en g / kg de produit brut	4.2	12.6	1.2	6.8	6.2	0.5	

Valeur fertilisante

	N TOTAL	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	SO ₃
Composition en kg / tonne de produit brut	4.2	12.6	1.2	6.8	6.2	0.5	
Coefficient d'effet direct en % (*)	10.0 à 20.0	70.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
Valeur fertilisante année 1 en kg / tonne de produit brut	0.4 à 0.8	8.8	1.2	6.8	6.2	0.5	

(*) Coefficient d'effet direct : ce coefficient dépend de la nature du produit, de son mode d'épandage (enfouï ou non) ainsi que de la culture prévue. Pour l'azote, le bas de la fourchette correspond à des cultures récoltées en été (céréales, colza), le haut de la fourchette correspond à des cultures récoltées en automne (maïs, ...).

Oligo-éléments :



Déterminations	Zn	Cu	Mn	B	Fe	Mo	Co
Résultats en mg / kg de produit brut							
Résultats en mg / kg de produit sec							

Résultats sur le sec à 105°C

Matière organique	% MS	25.56
P ₂ O ₅ total	g/kg MS	19.3
K ₂ O total	g/kg MS	1.78
MgO total	g/kg MS	9.54
CaO total	g/kg MS	10.47
Na ₂ O total	g/kg MS	0.770
SO ₃ total	g/kg MS	
Azote total	g/kg MS	6.41
Azote ammoniacal	g/kg MS	0.05
Azote nitrique	g/kg MS	0.063
Azote organique	g/kg MS	6.30

◆ Figure 7 : Exemple d'analyse d'un compost réalisé chez un agriculteur de Polynésie française

Comment les obtenir ?

Deux sources de fournitures sont possibles : la production au sein du *fa'a'apu*, avec les déjections des animaux et les déchets verts (résidus des cultures), ou par l'achat chez un revendeur, celui-ci pouvant être un agriculteur ou pêcheur, un professionnel du compostage, un distributeur d'engrais ou amendement... Dans les deux cas, les produits pourront être applicables de suite, ou subir une manipulation (mélange ou autre).

1. Les déjections d'élevage

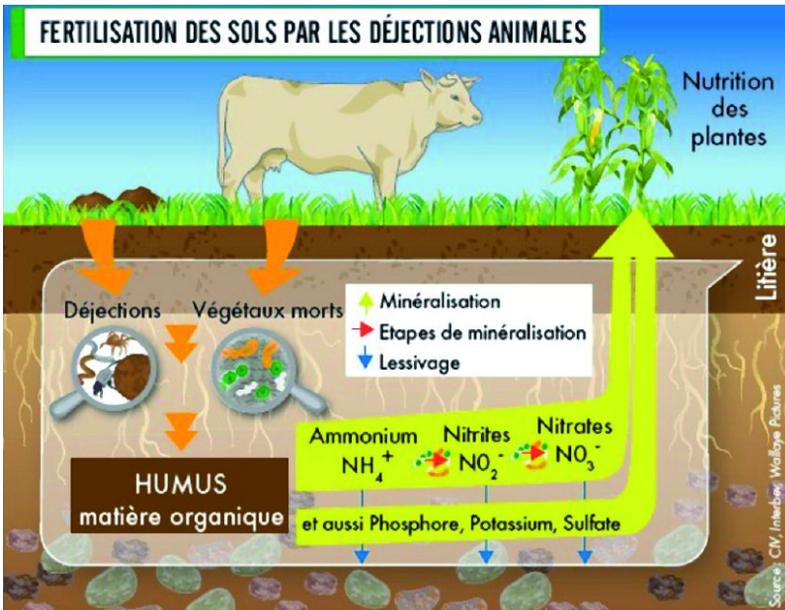
Avant l'apparition des engrais de synthèse, le premier fertilisant pour les cultures était à base de déjection animale. Cette dernière, riche en plusieurs éléments nutritifs contribuait à faire économiser à l'agriculteur des sommes importantes en lien avec les éléments qui la composait (*figure 8*).

animale donnera des produits résiduaux aux qualités variables, suivant qu'ils aient été mélangés avec des fibres (paille, sciure, bourre de coco...) pour faire du fumier ou non (lisier), ou encore suivant l'alimentation.

Hormis dans les cas de pâturage où l'animal fertilise directement le sol, un stockage des produits résiduaux organiques est généralement réalisé après le nettoyage du box ou du bâtiment et permettra l'épandage au meilleur moment de la culture.

Les fumiers ou lisiers stockés peuvent être utilisés tels quels, sous réserve que des règles sanitaires et d'utilisation ne soient pas à risque ou soumis à réglementation (cela peut-être le cas en maraichage, en production biologique...). Ils peuvent aussi être associés à d'autres produits avant épandage (fabrication de compost par exemple).

Idéalement, le produit sera enfoui le plus rapidement possible pour éviter les odeurs et les gênes que cela peut avoir pour le voisinage.



◆ **Figure 8 :**
Fertilisation des sols par les déjections animales

Entre les différents animaux, des différences de composition des déjections existent : les volailles par exemple produisent des fientes plus riches en azote que les cochons ou les vaches. De même, suivant les modes d'élevage, une même espèce

Pour les cultures à cycle court, les produits organiques sont appliqués avant le semis. Il est à noter que le niveau d'humidité et le temps de stockage de ces produits auront une influence sur leur teneur finale en éléments fertilisants.

PAS DE FIENTES DE VOLAILLES POUR LES SALADES BIO !

JE VAIS FAIRE UN PETIT COMPOSTAGE
AVANT D'ENRICHIR VOTRE SOL

TAMATA, DÉPÊCHE TOI !
LE COMPOSTAGE CELA DURE
PLUSIEURS SEMAINES ET NOS
AMIS LES SALADES TU LES
SÈMES BIENTÔT, ELLES VONT
VITE AVOIR FAIM...



2. Le compostage

Le compost peut être réalisé avec les déjections d'élevage dont on vient de parler, ainsi que des déchets de cuisine (épluchures, restes de fruits et légumes, ou produits à base d'amidon), des déchets dits verts (tonte, taille), des déchets dits marrons (branchage, sciure, feuilles mortes...).

Le compostage se fait par la mise en tas (*photo 7*) de ces «déchets» en couches alternées (exemple : déchets verts / déchets marrons / fientes / déchets verts / déchets marrons / fientes). Ce tas peut subir une homogénéisation des différents produits.



◆ *Photo 7* : Compost à base de déchets verts - Tahiti

Au fil du temps, le tas va subir une dégradation, par les organismes vivants, de toutes les matières carbonées (broyats de branches, feuilles mortes, bourre de coco, tontes de pelouse...) en utilisant l'azote présent dans les matières végétales vertes mais aussi dans des matières comme les fientes de volailles, lisiers de cochon, jus de poisson...

Le tas ne doit pas être tassé et doit être bien arrosé une fois constitué (l'humidité dans le tas doit être proche de 60% [pas d'excès d'eau mais pas sec]. La bonne réalisation et le bon suivi du tas (humidité, aération, qualité du mélange) vont permettre le développement d'organismes vivants d'intérêt (bactéries, champignons) de manière plus ou moins rapide. Si les conditions sont bonnes, leur activité va permettre la montée en température en quelques jours (*figure 9*) pour atteindre 60 à 70°C au centre du tas. Ces niveaux de température élevés vont permettre d'assainir le tas en détruisant les pathogènes pouvant être présents (salmonelles, E. Coli...) mais aussi les graines. Cette première étape est appelée «phase d'hygiénisation». Pour prolonger les hautes températures et satisfaire le besoin en oxygène des organismes, plusieurs retournements du tas sont réalisés au début du cycle de compostage (*figure 9*).

Une fois la montée en température terminée, le tas se stabilise, de nouveaux insectes apparaissent dans le tas (collemboles, vers...) qui n'étaient pas présents dans la période de haute température.

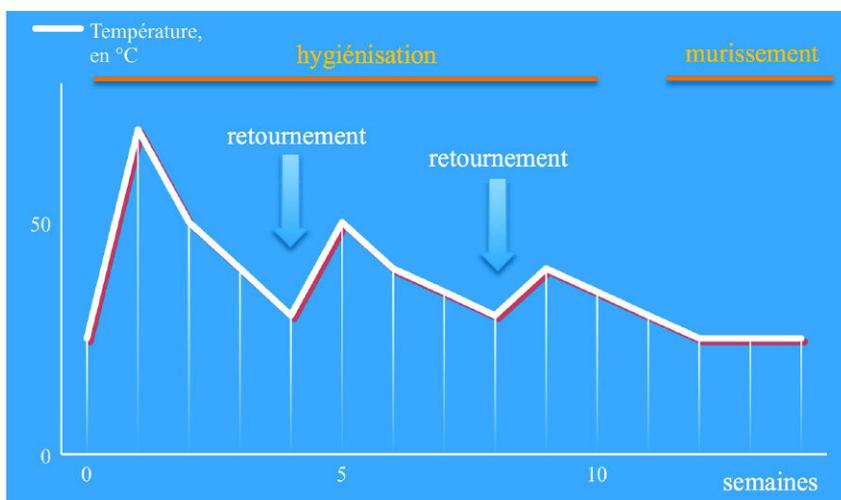


◆ *Photo 8 : Compost avant criblage*

Cette phase, souvent plus longue que la phase d'hygiénisation, correspond au murissement du compost.

Suivant les matières premières, la qualité du mélange, la teneur en eau du tas et les montées en température, le processus de compostage durera plus ou moins longtemps et entraînera une importante perte du volume du tas par la dégradation.

Au final, ce produit, obtenu après compostage, peut donc être utilisé avec plus de sécurité que les fumiers et lisiers car il est hygiénisé par la montée en température mais il n'aura plus les mêmes caractéristiques. Ses qualités se rapprocheront presque d'un sol riche et aéré si l'on attend plus de 6 mois.



◆ *Figure 09 : Evolution de la température à l'intérieur du tas et au fil des retournements du compost*



TAMATA,
 AU LIEU DE REJETER
 LES DÉCHETS DE POISSON À LA
 MER, NOUS ON EST PRENEUR.
 LES ÉLÉMENTS QU'ILS
 CONTIENNENT SONT BONS POUR
 NOTRE SANTÉ.

C'EST NOTÉ !
 BON MAIS COMMENT
 J'UTILISE ÇA MOI ???



3. Les déchets de poisson

Les déchets de poisson peuvent être valorisés sous différentes formes suivant les moyens à disposition :



► **Le purin ou engrais de poisson.** L'engrais de poisson est produit en réalisant une macération des déchets (têtes, arêtes, parties charnues non consommées...) dans un bidon. On compte environ 2 kg de déchets pour 10 litres d'eau. Les morceaux de poisson sont coupés le plus finement possible ou broyés pour accélérer le processus. Le tout est laissé un mois dans le bidon. Le jus est ensuite tamisé pour être utilisé dilué soit en épandage au sol soit en pulvérisation foliaire. L'odeur dégagée par le produit étant assez forte, il est souhaitable de l'enfouir dans le sol plutôt que de l'épandre en surface.

► **L'ensilage de poisson.** L'ensilage de poisson passe par l'acidification des déchets à l'aide d'acides ajoutés au poisson (en particulier l'acide phosphorique autorisé en bio).

La baisse de pH (<4) liée au rajout de l'acide permet de stabiliser le produit rapidement. Il pourra être stocké en bouteille. L'ensilage de poisson, contrairement au purin décrit précédemment, peut être acheté dans le commerce. C'est l'un des rares engrais à être fabriqué et commercialisé en quantité sur le fenua, il est vendu sous forme liquide et est riche en azote et phosphore.

► **La farine de poisson.** La farine de poisson (photo 9) est issue d'un broyage et d'une dégradation et déshydratation à haute température. La farine obtenue a un niveau d'humidité faible permettant un épandage à la main.



◆ **Photo 9 :** Farine de poisson issue de la pêche hauturière (Préparation CJA Fare Ute Tahiti)

4. Les purins de plantes ou d'algues

Il est possible d'obtenir des produits liquides à base de plantes ou d'algues pour des utilisations multiples : fertilisants, biostimulants, insecticides ou fongicides naturels... Les algues, notamment les espèces invasives *Turbinaria ornata* et *Sargassum pacificum* (photos 10 et 11), présentent de l'intérêt pour le *fa'a'apu* en purin ou compost. Elles doivent être rincées abondamment avant la préparation en raison de la présence de sel qui peut être toxique pour beaucoup de plantes cultivées. Le nettoyage se fera en dehors de la zone cultivée. Pour les aspects fertilisants ou biostimulants, les recettes sont simples et consistent à laisser macérer les plantes (feuilles, tiges ou graines suivant l'organe d'intérêt) ou les algues sur un temps plus ou moins long (4 à 8 semaines). Le conseil sur les quantités de plantes ou d'algues à mettre en macération sont variables et vont de 2 kg pour 10 litres au remplissage complet du contenant par les plantes ou algues et le rajout d'eau jusqu'à recouvrement des végétaux.

Généralement, les produits à base d'algues sont riches en éléments minéraux (potasse notamment), oligo-éléments, antioxydants, antimicrobiens et hormones de croissance.

Concernant les algues de Polynésie française (photos 10 et 11), la présence d'arsenic à des niveaux supérieurs aux seuils réglementaires pour l'alimentation humaine a été observé chez *Turbinaria* et *Sargassum* (respectivement entre 5 et 27 fois). Cela nécessite donc une utilisation raisonnée (principalement pour les *Sargassum*), et en mélange, dilué ou composté (photo 12), avant un apport sur les plantes.

A ce jour, la caractérisation des éléments fertilisants des purins issus de produits locaux reste à faire pour avoir une idée précise de leurs véritables valeurs.

Dans le commerce, certains purins importés sont disponibles (exemple : purin d'orties avec des propriétés bio-stimulantes et répulsives pour certains insectes).



◆ Photos 10 et 11 : *Sargassum* sp et *Turbinaria ornata*

◆ Photo 12 : Algues à composter (Taravao)

5. Les produits du commerce

Les produits et fertilisants organiques du commerce sont nombreux. Ils ont des origines diverses :

- ▶ Guano (excrément d'oiseaux marins), plumes de volailles, fientes de volailles, corne broyée, sang séché... pour les produits riches en azote,
- ▶ Poudre d'os ou d'arêtes de poisson, pour le phosphore,
- ▶ Fumiers déshydratés ou matières organiques en mélange... pour les produits complets en NPK.

Sur ces produits commerciaux, vous aurez normalement accès aux informations concernant la teneur en oligo-éléments sur l'emballage en plus des valeurs NPK.

Pour une importation directement de l'étranger, sans passer par une société spécialisée de Polynésie française, il est nécessaire de se rapprocher de la direction de la Biosécurité pour demander un permis d'importation.

Comment les appliquer ?

Tous ces produits organiques peuvent avoir différentes formes : liquide, vrac, poudre, bouchons, granules..., et demandent un matériel d'épandage adapté.

1. Liquides

Les produits liquides sont épandables soit au pulvérisateur (manuel ou sur le tracteur) sur le feuillage, soit apportés par l'irrigation, à l'aide de pompes doseuses, soit apportés à l'aide de cuve d'épandage pour les lisiers.

Dans les deux premiers cas, il est indispensable, de très bien filtrer le liquide avant utilisation pour éviter de boucher les buses du pulvérisateur ou les goutteurs servant à irriguer. Un épandage à l'arrosoir est aussi envisageable sur de petites surfaces, dans ce cas le niveau de filtration est moins élevé. Pour les lisiers, l'épandage est préconisé avec en suivant un enfouissement au sol pour éviter les nuisances olfactives.

Attention, il peut être nécessaire de diluer les produits vendus en liquide en fonction de leurs utilisations et caractéristiques. Pour les oligo-éléments, les produits sont souvent très concentrés et une dilution est conseillée sur le bidon.

Les produits riches en azote (issus de déchets de poisson par exemple) peuvent quant à eux brûler les feuilles des plantes s'ils ne sont pas dilués.

2. Solides

Les fertilisants «solides» ont des granulométries très variées : cela peut aller de la poudre (farine de poisson, sang séché...), des billes de 1 à 5 mm (comme pour les engrais de synthèse), des bouchons (certains fumiers déshydratés par exemple) ou des mottes (pour les fumiers non transformés).

Suivant les surfaces que vous aurez à fertiliser, cela pourra se faire à la main ou avec une poudreuse ou un épandeur manuel pour les plus fins et avec une pelle pour les plus grossiers. Dans tous les cas, il est important de s'assurer de l'homogénéité de l'épandage sur la parcelle. Il est conseillé aussi d'enfouir la plupart des produits organiques solides rapidement après l'épandage.

Pour des surfaces importantes, il existe du matériel spécifique à adapter sur un tracteur pour les produits les plus fins.

Pour les fumiers, des épandeurs spécialisés sont disponibles (*photos 13 et 14*). Le réglage du débit doit aussi être réfléchi. Il se base sur :

- l'ouverture plus ou moins grande d'une éventuelle trappe sur l'appareil,
- la vitesse d'avancement du tracteur,
- la vitesse de la prise de force du tracteur.

Les recommandations sont données sur la fiche fournie avec le matériel.

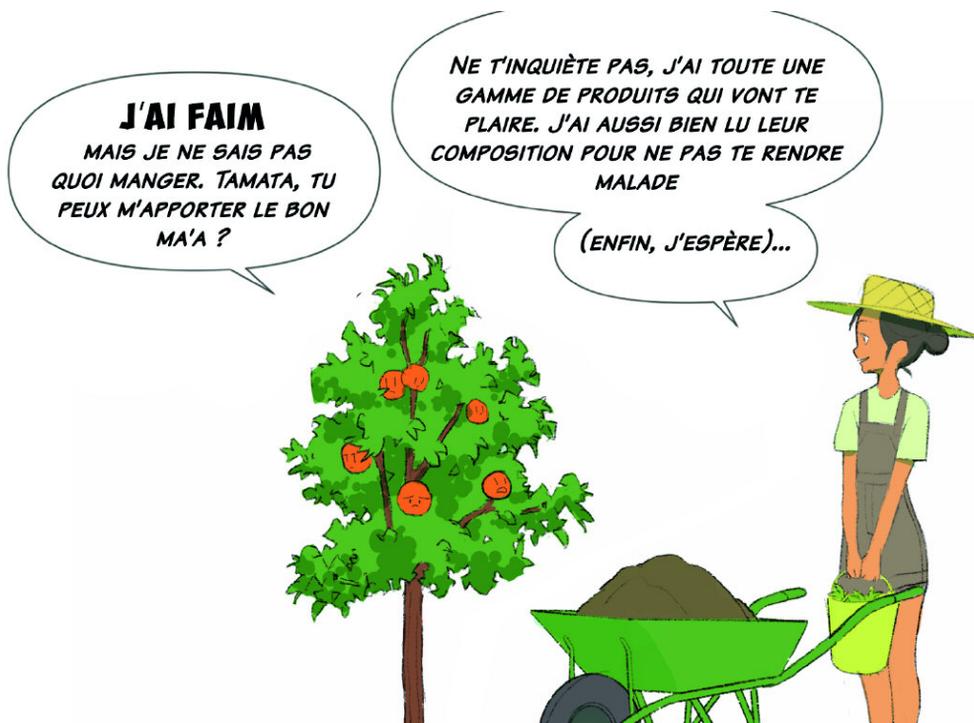


◆ Photos 13 et 14 : Epandeur à fumier ou à compost (Moorea)

Combien ?

La quantité de produits à apporter va d'abord dépendre des besoins de chaque culture et de son stade. Une fois que cela est identifié, les produits organiques ont des valeurs fertilisantes, très différentes, qui vont permettre de faire ce calcul.

Dans ce chapitre, de nombreux chiffres vont être donnés à différentes unités (% , ‰, kg ou tonne par exemple). Soyez vigilant à ces unités pour apporter les bonnes quantités. Pour vous aider à faire la correspondance avec vos besoins, vous trouverez en annexe 1 un tableau des conversions et correspondances entre unités.



Caractérisation générale des produits

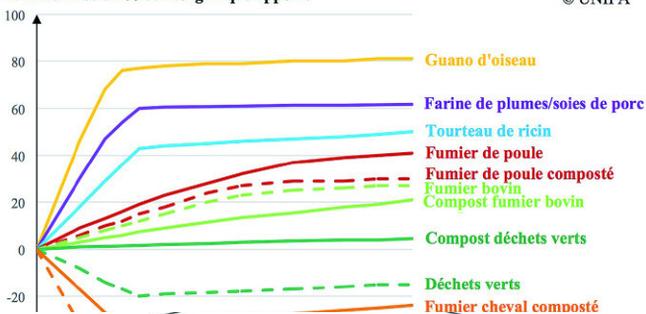
En comparaison des engrais conventionnels qui sont bien calibrés et avec des valeurs NPK stables, les produits organiques sont originaires de multiples sources et sont vivants. De fait, ils ont des consistances variables et des caractéristiques fertilisantes très fluctuantes. Le graphique ci-contre (*figure 10*) montre, pour différents produits organiques (fumiers, composts, lisiers...), l'évolution dans le temps de la libération de l'azote disponible pour la culture (N minéralisé) :

► **Quand la courbe est positive**, cet azote est réellement disponible pour la plante. Sur la *figure 10*, le guano de poisson ou les farines de plumes ont un azote disponible très rapidement et sur des valeurs proches des engrais minéraux (quasiment 80% dans les 50 jours après l'épandage pour le guano). Cela sous-entend aussi qu'on peut les apporter peu de temps avant les besoins des plantes.

► Quand la courbe est inférieure à zéro, l'azote du sol est absorbé par les bactéries pour dégrader la partie fibreuse carbonée du produit épandu au détriment de la plante. C'est ce que l'on appelle la «faim d'azote». Les organismes du sol rentrent alors en compétition avec les racines de la culture pour

N minéralisé en % du Norganique apporté

© UNIFA



J'AI FAIM
 MAIS JE NE SAIS PAS
 QUOI MANGER. TAMATA, TU
 PEUX M'APPORTER LE BON
 MA'A ?

NE T'INQUIÈTE PAS, J'AI TOUTE UNE
 GAMME DE PRODUITS QUI VONT TE
 PLAIRE. J'AI AUSSI BIEN LU LEUR
 COMPOSITION POUR NE PAS TE RENDRE
 MALADE
 (ENFIN, J'ESPÈRE)...



Pour avoir des éléments de comparaison avec les engrais conventionnels, des relations sont établies pour avoir une idée de la réelle efficacité du produit organique. On parle de coefficient d'équivalence engrais où la capacité du produit organique à fournir de l'azote à la plante par exemple va être comparée à un engrais de référence. Cet engrais de référence sera l'ammonitrate pour l'élément azote ou le superphosphate pour le phosphore. Le potassium est lui généralement entièrement absorbable dans les produits organiques.

D'autres indicateurs de fertilité peuvent être aussi fournis : le CAU, coefficient apparent d'utilisation, qui va permettre d'identifier l'intérêt d'un produit organique par rapport à une parcelle témoin, ou encore la stabilité biologique d'un produit comme le compost (qui va permettre de savoir s'il est assez mur pour le semis), l'activité biologique, le rapport C/N (rapport carbone/azote)... Ces produits organiques peuvent parfois avoir fait l'objet d'une reconnaissance comme engrais organique (norme NFU 42-001) ou amendement organique (norme NFU 44-051).

L'appartenance à l'une ou l'autre des catégories est liée au niveau de teneur en NPK qui est plus élevé pour l'engrais organique que pour l'amendement qui lui a plutôt vocation à corriger le pH ou améliorer la structure du sol (aération).

Dans le **tableau 3 (ci-contre)**, vous pourrez trouver un relevé des valeurs fertilisantes moyennes des principaux produits organiques accessibles sur le *fa à'apu* ou chez vos revendeurs. Les produits des revendeurs doivent avoir des informations précises sur leurs étiquettes. Elles vous serviront, comme pour les engrais de synthèse, à calculer vos apports. Pour les produits issus de votre exploitation, n'hésitez pas à les faire analyser par un laboratoire reconnu pour avoir des valeurs précises.

Attention : Les produits déshydratés (bouchons, farines...), minéraux naturels (phosphate, potasse), les engrais de synthèse (engrais bleu 12.12.17, engrais bleu 14.7.17, urée 46, ammonitrate 33.5...) et produits du commerce ont les valeurs des éléments fertilisants généralement exprimés en kg d'N, P ou K... pour 100 kg ou en % (**photos 12 et 13 ci-dessous**), contrairement aux produits organiques bruts (produits de la ferme par exemple) riches en eau qui sont souvent exprimés en kg d'N P K... pour 1 000 kg ou % de produit brut.

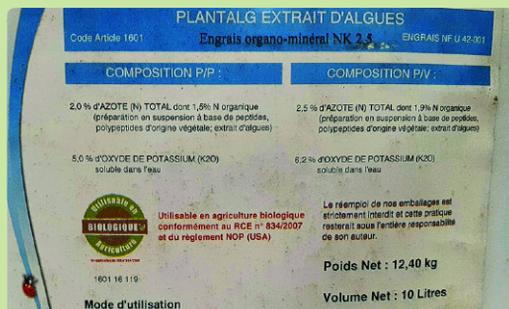
Il est indispensable de vérifier l'unité (**% ou ‰**) sur les bidons ou les sacs pour les produits du commerce ou sur les résultats d'analyses pour les produits bruts.

Pour la **photo 15**, nous avons par exemple un engrais NPK qui dose dans l'ordre 12 (N)-12 (P)-17 (K) en %, avec en plus du Bore, du magnésium (MgO) et du soufre (SO3).



◆ **Photo 15 :** Exemple de composition d'un engrais minéral

Pour la **photo 16**, un engrais à base d'algues qui dose 2 (N) et 5 (K) en %. Pas de P dans ce produit. A noter, dans le cas des produits liquides, on peut avoir la composition en Poids d'engrais sur Poids de produit (P/P), c'est elle qui sert de base au calcul sur la base du poids net (ici 12,4 kg) ou en Poids d'engrais sur Volume de produit (P/V), ici un bidon de 10 L.



◆ **Photo 16 :** Exemple d'un engrais organique à base d'algues, utilisable en agriculture biologique (logo en bas à gauche)

TYPE DE PRODUITS		Teneurs/tonne de produit brut (%)		
		N (kg/t)	P (kg/t)	K (kg/t)
Sources • en noir : ARVALIS, IFIP, IDELE, ITAVI 2019 • en bleu : DAG et divers				
Répères engrais conventionnels				
	Engrais bleu 12.12.17 (%)	120	120	170
	Engrais bleu 14. 7.17 (%)	140	70	170
	Urée 46 (%)	460	0	0
	Ammonitrate 33,5 (%)	335	0	0
Fumier				
• Bovins	Sur litière cumulée	5,9	2,8	9,5
	Compact	4,7	2,3	5,6
	Mou	4,5	2,2	4,9
• Ovins	Fumier d'ovins	6,7	4	12
• Porcins	Sur litière accumulée	8,4	6,1	13,1
• Caprins	Fumier de caprins	6,1	5,2	12
• Volailles	Fumier de poulet de chair conventionnel	21,9	14,7	19
Lisier et fientes				
• Bovins	Lisier de bovins	1,3	1,5	3,6
• Porcs	Lisier de porc naisseur-engraisseur	3,5	2,1	2,5
	Lisier de porcs charcutiers	3,7	2,1	2,5
• Volailles	Fientes de pondeuses - cage (tunnel de séchage)	39,5	37,8	25,7
	Fientes de pondeuses humides (30% MS)	17,5	16,9	9,5
Compost				
	Compost de fumier de bovins	6,7	3,6	10,8
	Compost de fientes de volailles avec litière	12,2	14,3	19,3
	Compost de lisier porcine + déchets verts	9,6	6,4	7,4
	Compost de déchets verts	10	6	11
Résidus de poisson et autres origines aquatiques				
• Maito	Engrais de poisson chirurgical sous forme de purin*	8,5	0,4	1,1
• Vete	Engrais de surmulet sous forme de purin*	5,2	0,3	0,6
• Tuhara	Engrais de perche pagaie sous forme de purin*	6,0	0,3	0,4
• Operu	Engrais de carangue maquereau sous forme de purin*	3,1	0,3	0,4
• Paati	Engrais de perroquet sous forme de purin*	2,6	0,1	0,4
• Rori	Engrais d'holothurie noire sous forme de purin*	0,5	0,0	0,1
• Mahi Mahi	Engrais de dorade coryphène sous forme de purin*	1,0	0,0	0,1
• Mélange	Ensilage de poisson commerce**	40	40	0
• Mélange	Poudre d'arête de poisson	50	250 (var.)	0
• Boues	Boues de bassin de chevettes	En cours d'étude		
• Algues	Farine (kelt)	13	2	30
	<i>Sargassum mangarevense</i> ***	12	1,0	35
	<i>Turbinaria ornata</i> ***	7	0,5	56
	Algues dérivantes en mélange***	9	0,8	36
	Liquides (commerce)	1 à 25	1 à 25	10 à 70
Autres				
	Cendres de bois (variabilité suivant espèces)	0	10 à 60	20 à 60

◆ **Tableau 3** : Les teneurs de produits — * sur la base d'un mélange de 2 kg de poisson + 10 litre d'eau et d'une macération d'un mois
 ** Produit IKAFISH 4.4.0 (%), acidification avec de l'acide phosphorique autorisé en AB *** Zubia 2008 (produit ramené à 50% d'humidité)

Les coefficients d'équivalence engrais ont été évalués pour certains de ces produits organiques (teneurs en azote, en phosphore et en potassium).

Ces coefficients ont été établis de manière à démontrer l'efficacité d'un engrais organique par rapport à un engrais minéral de référence.

Pour l'azote (N), les résultats sont présentés dans la première colonne du **tableau 4**.

Pour le phosphore (P), les coefficients d'équivalence engrais superphosphate sont mentionnés dans la seconde colonne.

Pour le potassium, les coefficients apparaissent dans la troisième colonne.

TYPE DE PRODUITS	Efficacité produit organique, exprimé en coefficient d'équivalence engrais		
	N*	P**	K
Fumier de bovins	0,30	0,80	1
Fumier d'ovins	0,20	–	1
Fumiers et Lisier de porcins	0,47	0,95	1
Fumier de caprins	0,20	–	1
Fumier de volailles	0,60	0,85	1
Lisier de bovins	0,65 si incorporation immédiate, sinon 0,50	–	1
Lisier de porcins	0,70 si incorporation immédiate, sinon 0,50	0,95	1
Fientes de volailles	0,65	–	1
Compost de fumier de bovins	0,20	0,70	1
Compost de fumier de volailles	0,45	–	1
Compost de fumier de porcins	0,25	–	1
Compost de déchets verts	0,10 (0,10 - 0,35)	0,55	1
Broyat de corne	0,35	–	–
Poudre de corne	0,65	–	–
Farine d'os	0,66	–	–
Farine de plumes en granulés	0,65	–	–
Farine de plumes	0,82	–	–
Poils en granulés	0,82	–	–
Farine de sang	0,85	–	–
Farine de viandes	0,70	–	–
Guano	0,93	–	–

* source COMIFER - ** source projet CASDAR 2007-2011

◆ **Tableau 4** : Les coefficients d'équivalence engrais



Attention : A l'épandage de ces produits, certaines odeurs, plus ou moins fortes, peuvent être captées. Elles ont souvent pour origine la partie azote du produit organique épandu et sont plus particulièrement liées à l'ammoniac. Afin de réduire ce problème, il faut enterrer le plus rapidement possible les produits, donc soit au moment de l'épandage, soit dans les 24 heures, en travaillant le sol.

Les pertes d'azote par volatilisation ne sont pas négligeables au niveau des unités fertilisantes, un épandage en plein soleil ou lors de conditions venteuses peut entraîner la perte de 50% de l'azote ammoniacal, voire plus, si le produit reste en surface trop longtemps. Ainsi, c'est autant d'engrais qu'il faudra compenser.

Quantités à apporter

En connaissant les valeurs fertilisantes des produits (*tableaux 3 et 4*), vous pourrez répondre aux besoins de vos plantes en apportant, au bon moment (*voir chapitre 1*), les bonnes quantités de produits organiques.

Chaque espèce de plante a des besoins différents. Ces différences sont liées à la durée de son cycle et à son niveau de production pour chacune de ses parties (tige, feuilles, racines et fruits). Mais cela est aussi lié à la densité de plantation.

Plus on multipliera le nombre de plantes pour un hectare par exemple et plus il faudra amener d'éléments fertilisant pour limiter au maximum la compétition pour les alimenter.

Dans les tableaux ci-dessous, vous trouverez les besoins globaux en éléments nutritifs, exprimés pour un cycle de production de légumes, de fruits, ou pour une saison de production (plantes pluriannuelles)... pour 100 kg, et/ou pour une surface de 1 hectare.

MERCI, JE NE SUIS PAS AU RÉGIME MOI !

MAIS DIS-MOI TAMATA. TU MANGES AUSSI DU NPK TOI ?

LES FILLES NE VOUS BATTEZ PAS, IL Y EN A POUR TOUT LE MONDE

ON MANGE AUSSI DU NPK MAIS POUR LES HOMMES ON PARLE DE PROTÉINE QUI CORRESPOND AU N ET DE GLUCIDES ET LIPIDES POUR L'ÉNERGIE QUI CHEZ LES PLANTES SE CONSTITUE AVEC LE P, LE K, LA LUMIÈRE...



1. Cultures maraîchères

Espèces	Production (plein champ par défaut)	Besoins NPK pour 100 kg de production espérée, en kg d'élément			Exemple de fertilisation pour 1 hectare (10 000 m ²) en kg d'élément				Sources
		N	P	K	Rendement espéré en T/ha	N	P	K	
Aubergine	serre	0,4	0,3	0,6	40	170	100	240	Fertirun 2008
Carotte		0,3	0,2	0,6	30	80	65	180	Fertirun 2008
Choux		0,3	0,2	0,5	40	120	70	200	Fertirun 2008
Choux Fleur		0,7	0,4	1,0	15	100	60	150	Fertirun 2008
Concombre	serre	0,4	0,2	0,5	60	220	130	300	Fertirun 2008
Courgette		0,4	0,3	0,8	35	140	90	280	Fertirun 2008
Echalote		0,5	0,5	0,9	15	80	75	135	
Haricot vert		1,0	0,8	1,2	10	100	80	120	Fertirun 2008
Laitue		0,2	0,1	0,5	40	90	55	180	Fertirun 2008
Mâche		0,4	0,2	0,6	8	30	15	50	
Manioc		0,6	0,2	0,8	40	250	60	300	
Melon		0,4	0,2	0,7	30	120	70	210	Fertirun 2008
Navet		0,3	0,1	0,5	25	80	30	120	Fertirun 2008
Oignon		0,7	0,4	1,1	20	130	70	210	Fertirun 2008
Pastèque		0,2	0,1	0,4	35	80	50	140	Fertirun 2008
Piment	serre	0,5	0,3	0,8	40	200	100	300	
Poireau		0,7	0,3	0,9	20	130	50	180	Fertirun 2008
Pois		0,3	1,0	2,0	6	20	60	120	
Poivron		0,6	0,3	0,9	30	180	90	280	Fertirun 2008
Pomme de terre		0,5	0,3	0,9	20	100	50	180	Fertirun 2008
Radis		0,3	0,3	0,5	21	70	60	100	Fertirun 2008
Salade	champ	0,2	0,1	0,4	30	60	30	125	
Salade	serre	0,3	0,2	0,7	15	40	30	100	
Tomate	champ	0,3	0,2	0,5	40	100	80	180	Fertirun 2008
Tomate	serre	0,3	0,1	0,6	80	240	80	480	

◆ **Tableau 5** : Besoins en éléments majeurs pour les cultures maraîchères

2. Culture vivrière

Espèces	Production (plein champ par défaut)	Besoins NPK pour 100 kg de production espérée, en kg d'élément			Exemple de fertilisation pour 1 hectare (10 000 m ²) en kg d'élément				Sources
		N	P	K	Rendement espéré en T/ha	N	P	K	
Patate douce	-	0,5	0,2	1,1	20	100	42	220	-

◆ **Tableau 6** : Besoins en éléments majeurs pour le vivrier

3. Fruitiers dont cocotiers

Espèces	Phase de culture	Besoins NPK pour 100 kg de production espérée, en kg d'élément			Exemple de fertilisation pour 1 hectare (10 000 m ²) en kg d'élément			Sources	
		N	P	K	Rendement espéré en T/ha	N	P		K
Ananas	en production	0,8	0,4	1,3	40	300	150	500	CIRAD Intègre
Bananier	à la plantation					250	100	650	
Bananier	en production	1,0	0,1	2,9	30	310	40	870	
Papayer	à la plantation					160	40	110	Fertirun 2008
Papayer	en production	0,6	0,2	0,4	30	194	52	129	
Fruit de la passion	à la plantation					120	70	150	
Fruit de la passion	en production	1,5	0,8	1,8	8	121	67	147	
Agrumes	à la plantation					60	20	60	
Agrumes	en production	1,5	0,4	1,5	30	450	105	450	
Cocotiers		2,5	1,3	3,6	2	50	25	72	Rangiroa

◆ **Tableau 7** : Besoins en éléments majeurs pour les fruitiers et le cocotier

Pour les fruitiers, vous trouverez dans le **tableau 9** ci-contre les quantités nécessaires pour une surface avec un petit nombre d'arbres ou plants.

Espèces	Phase de culture	Besoins pour 100 m ² /an (10 m x 10 m) en kg d'élément N, P ou K			Equivalent en nombre de plantes sur 100 m ²
		N	P	K	
Ananas	en production	3	1,5	5	400 plants
Bananier	à la plantation	2,5	1,0	6,5	20 pieds
Bananier	en production	3,1	0,4	8,7	
Papayer	à la plantation	1,6	0,4	1,1	20 pieds
Papayer	en production	1,9	0,5	1,3	
Fruit de la passion	à la plantation	1,2	0,7	1,5	10 pieds
Fruit de la passion	en production	1,2	0,7	1,5	
Agrumes	à la plantation	0,6	0,2	0,6	1 à 5 selon variété
Agrumes	en production	4,5	1,1	4,5	
Cocotiers	en production	0,5	0,3	0,7	1 à 2

◆ **Tableau 8** : Besoins en éléments majeurs pour une petite surface de 100 m²

4. Méthode et exemple de calcul

Afin de quantifier les bonnes quantités à apporter, vous trouverez en annexe la méthode de calcul et un exemple (la patate douce) pour vous aider à utiliser tous les éléments. Avant le calcul, il faut avoir en tête le résultat de son analyse de sol concernant les éléments nutritifs majeurs PK. Cela déterminera l'intérêt ou non d'apporter des éléments comme le P et le K entre autres :

► Si le P (P205) et/ou le K (K20) sont élevés, très élevés ou excessifs, il n'est pas nécessaire de faire d'apport sur une période qui sera validée par de

nouvelles analyses (les économies d'engrais couvrent généralement les frais d'analyse).

► Si le P (P205) et/ou le K (K20) sont très faibles, faibles, un peu faibles ou satisfaisants, alors l'apport sera nécessaire pour ne pas appauvrir encore plus le sol. L'objectif de la plaquette de calcul est d'identifier quelle association de produits vous permettra de répondre aux besoins des plantes sans amener trop d'un élément ou d'un autre.

L'excès de certains éléments nutritifs comme l'azote a une incidence sur les plantes (intoxications), sur le sol (pollutions) et sur l'environnement de manière générale (fuites en cas de fortes pluies).



Les autres intérêts des produits organiques

Nourrir le sol avant de nourrir les plantes, cela pourrait-être un résumé rapide de l'intérêt des produits organiques épandus au champ avant ou après une culture. En effet, outre les teneurs spécifiques en éléments majeurs N, P et K que nous venons de voir, les produits organiques présentent bien d'autres intérêts pour le sol et les plantes. Ils permettent de renouveler la matière organique déjà présente, ils aident à maintenir un niveau de fertilité global favorable aux cultures, améliorent la rétention des éléments comme l'eau et les nutriments, ont un rôle structural, favorisent la vie du sol...

Renouveler le stock organique du sol est donc essentiel, sous-estimer cet aspect c'est voir le sol s'appauvrir au fil du temps.

1 - Intérêt économique de la M.O

Naturellement, la matière organique s'entretient avec la chute des feuilles, des branches, les déjections des animaux sauvages et l'actions de tous les organismes présents dans le sol. Prélever des parties ou des plantes entières diminue à terme le stock de carbone, et donc de matière organique, et donc diminue la richesse du sol.

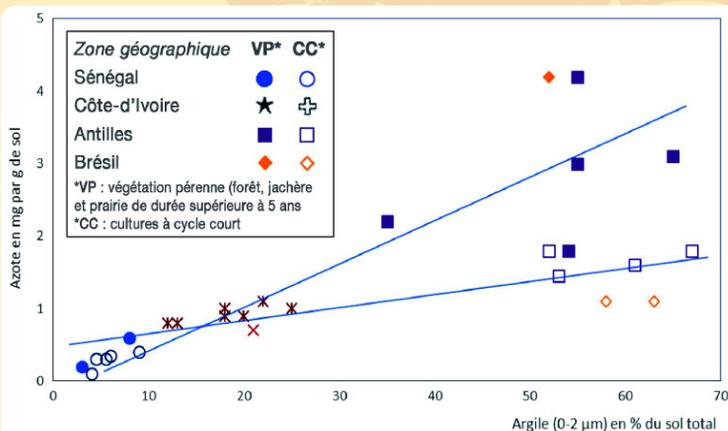
Dans le cadre de nos *fa'a'apu*, il est possible de compenser les exportations (prélèvement de végétaux lors des récoltes sans restitution sur site) en apportant des produits organiques divers (résidus végétaux, fumiers, composts...) venant de l'extérieur, mais cela à un coût environnemental, puisque l'on va appauvrir la zone d'où sont issus ces produits organiques, et aussi économique, puisqu'il faudra peut-être acheter le produit organique venant de l'extérieur.

Afin de minimiser cet aspect il est donc important de réduire au maximum les brulis et de réintégrer les déchets du *fa'a'apu* sur la parcelle qui les a produits.

La matière organique est aussi à la base du processus de minéralisation qui va permettre la transformation de l'azote organique en azote minéral (NH_4 et NO_3) utilisable par la plante.

Cet azote minéral est le même que celui contenu dans les sacs d'engrais. Dans des conditions normales de pH (6 à 6,5) et de teneurs en argile (20 à 40%), plus le taux de matière organique sera important, et plus la production d'azote minéral sera élevée (**Figures 11 et 12**).

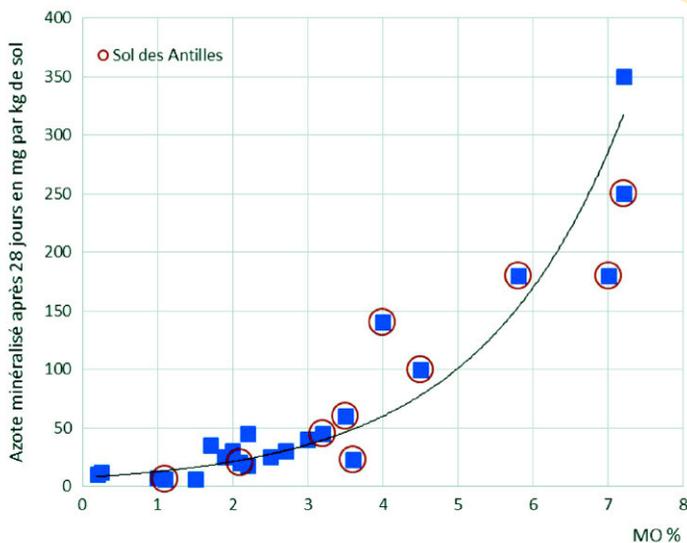
Ce sera autant d'engrais qu'il ne sera pas nécessaire d'acheter.



◆ **Figure 11 :** Relation entre la teneur en azote organique du sol et sa teneur en argile sous végétation pérenne (VP) ou cycle court (CC), dans l'horizon 0 à 10 cm [d'après Fuller, 1994.]



◆ **Figure 12 :**
Azote minéralisé
après 28 jours
en fonction de la
teneur en matière
organique du sol
(MO%) [d'après
Fuller, 1994]



2 - Intérêt nutritionnel de la M.O

Le sol est constitué de ce que l'on appelle le complexe argilo-humique (CAH). Cela correspond à l'association des particules d'argile et d'humus (couche supérieure du sol issue de la matière organique). Le CAH, de par ses capacités à retenir les cations (Calcium, fer, magnésium...), peut être considéré comme le garde-manger pour la plante.

La capacité de stockage du CAH est représentée par un indicateur présent sur les analyses de sol: la capacité d'échange en cation, ou CEC. Plus la CEC est élevée, et plus le garde-manger est important. La présence de matière organique en quantité est donc à favoriser. A l'inverse plus le niveau de sable est haut et plus la CEC sera faible si la matière organique est peu présente (MO <2%).

3 - Intérêt pour faciliter le travail du sol et le bon développement des plantes

La matière organique se dégrade grâce à l'action des organismes vivants, et ce processus

créé de l'aération à la surface du sol, tout en agissant sur la structure du sol. La présence d'une matière organique à des niveaux supérieurs à 3 à 4 % (information présente sur l'analyse de sol) va permettre d'éviter le tassement, l'érosion et améliorera la perméabilité et la teneur en eau.

Tous ces aspects faciliteront le travail du sol et le développement des racines.

4 - Intérêt pour la Biodiversité

La surexploitation des sols, le manque de diversité d'espèces végétales peuvent être responsables d'un appauvrissement du sol et de sa biodiversité. Cela est lié à une réduction des types d'habitats et des sources de nourritures pour les organismes qui se comptent en milliards à l'échelle de l'hectare.

Entretenir, voire développer le niveau de matière organique, c'est permettre aux organismes vivants du sol de fournir un maximum d'éléments nutritifs aux plantes.

Conclusion

Le premier fertilisant organique c'est celui des résidus de végétaux qui sont restitués à la parcelle qui les a produites. Ces résidus sont riches en éléments et vous éviteront donc de racheter des produits fertilisants chez des fournisseurs. Le brûlis et la mise en bord de parcelle de ces résidus est donc à éviter. Cela vous évitera d'appauvrir le sol et de conserver toute la vie qui permet d'apporter à vos plantes les éléments dont elle a besoin.

Les produits identifiés dans cette brochure et les méthodes pour les obtenir vous aideront à compléter les besoins de vos cultures, mais rien ne sert d'apporter des éléments nutritifs en excès. Les valeurs NPK fournies dans les tableaux sont des valeurs moyennes qui vous permettront d'apporter les quantités adaptées aux besoins, n'hésitez pas à faire faire une analyse si besoin sinon le meilleur indicateur du bon dosage sera la bonne santé de vos plantes. Essayez différentes doses et observez.

**JE NE SUIS PAS BIEN,
JE CROIS QUE J'AI MANGÉ
TROP DE CHOCOLAT...**

**TU N'AS PAS FAIT ATTENTION...
ON NE PEUT PAS MANGER DE
TOUT ET DANS DES QUANTITÉS
QUI NE NOUS CONVIENNENT PAS.**

**NOTRE SANTÉ À NOUS AUSSI
DÉPEND DE CE QUE TU NOUS DONNES.
FAIS BIEN ATTENTION À TOUT ÇA
ET ON T'EN REMERCIERA.**



SOURCES ET LECTURES PROPOSÉES :

RMT Elevages & environnement - 2019, Valorisation agronomique des effluents d'élevages (France)

CIRAD. Chambre Agriculture Réunion-Mayotte. RITA - FERTIRUN Outil de calcul pour la fertilisation des cultures, Chabaltier P., Saint Macary H., Van de Kerchove V. Co-éd.

CIRAD. Chambre d'agriculture de la Réunion. 2007 – Guide de la fertilisation organique à la Réunion

DUVAL J., WEILL A., 2007. Club Agro-environnemental Bio-Action - Manuel des intrants bio. (Canada)

CHOTTE J-L, FELLER C. 1994 – Disponibilité de l'azote dans les sols cultivés des Petites Antilles.

Agriculture et développement n°4, Décembre 1994

Le bulletin de la CAPL - Septembre 2018 – Le secret des sols agricoles : *Les caractéristiques des sols polynésiens*

Le bulletin de la CAPL - Septembre 2019 – Le secret des sols agricoles : *L'analyse de terre en pratique*

Le bulletin de la CAPL - Décembre 2019 – Le secret des sols agricoles : *L'humus, l'or noir des terres*

ZUBIA et al, 2003. Chemical composition of attached and drift specimens of *Sargassum mangarevense* and *Turbinaria ornata* (Phaeophyta: Fucales) from Tahiti, French Polynesia.



Tableau des conversions et correspondances

Surface d'une planche de culture ou d'une zone cultivée



- 100 m² (ou 1 are) = 0,01 hectare
- 1 000 m² = 0,1 hectare
- 10 000 m² = 1 hectare ou 1 carré de 100 m x 100 m.

Poids



- 1 tonne = 1000 kg
- 1 quintal (ql) = 100 kg
- 1 kg = 1 000 grammes (g)
- 100 g = 0,1 kg
- 10 g = 0,01 kg
- 1 g = 0,001 kg
- 1 unité d'azote = 1 kg d'azote

Ex : dans 1 000 kg de fientes de poudeuses, il y a donc 39,5 unités d'azote, 37,8 unités de phosphore et 25,7 unités de potasse

Volumes pour les traitements et les épandages



- 1 m³ = 1 000 litres
- 1 hl = 100 litres
- 1 dal = 10 litres
- 1 dl = 0,1 litre
- 1 cl = 0,01 litre
- 1 ml = 0,001 litre
- 1 litre = 1 000 ml
- 1 canette de soda = 33 cl, soit 0,33 litre

Conversion avec les mesures américaines



- 1 pied = 30,5 cm
- 1 pouce = 2,5 cm
- 1 livre (lb) = 0,453 kg
- 1 gallon = 3,79 litres
- 1 litre = 0,26 gallon
- 1 fluid ounce (fl oz) = 0,029 litre

Correspondances volumes et poids



En fonction du contenant (cuillère, seau, brochette...) que vous allez utiliser pour doser vos produits, il est indispensable d'avoir pesé au moins une fois la dose pour bien faire la correspondance avec les valeurs que nous fournissons dans la brochure. Concrètement, 1 seau de bouchons de plumes n'a pas le même poids qu'un seau de fientes de volailles. La densité de ces 2 produits est différente.

Des erreurs de traitement sont souvent observées, en lien avec la prise en compte d'un volume, et non des poids des produits solides à épandre.

Exemples de calculs

Pour les petites quantités d'engrais solides et produits de protection des plantes en poudre, il est nécessaire de peser les quantités à apporter, la notion de volume n'est pas assez fiable (un seau de plumes n'a pas le même poids qu'un seau de fientes de volailles) et des erreurs de traitement sont souvent observées.

Pour transformer les recommandations à l'ha pour vos surfaces, vous pouvez prendre exemple :

500 kg de 12.12.17 pour 1 ha représentent par m² : 500 kg / 10 000 m² = 0,05 kg donc 50 g/m²

Pour les engrais liquides ou produits de protection des plantes, si vous savez que vous apportez 400 litres d'eau/ha, alors vous devrez intégrer à ce volume la quantité recommandée à l'ha.

Par exemple :

10 l d'oligo-éléments + 390 l d'eau = 400 l qui seront appliqués sur l'ha.

Si votre surface est plus petite, alors la méthode est la suivante :

Si pour 1 ha, il faut 400 litres alors pour 120 m² :

400 l / 10 000 m² = 0,04 l/m² à multiplier par 120 m² = 4,8 l.

Pour le produit à inclure au volume identifié, ce sera : 10 litres d'oligo-éléments pour 1 ha donnent pour 120 m² :

10 l / 10 000 m² à multiplier par 60 m² = 0,12 l d'oligo-éléments, soit 1/3 d'une canette de soda.

On mélangera donc les 0,12 l d'oligo-éléments à l'eau pour arriver à 4,8 l de bouillie à appliquer.

Les produits organiques pour la fertilisation du *fa'a'apu*

Quand, comment, combien ?



Ouvrage financé par



Vice-présidence
Ministère de l'agriculture,
de l'économie bleue et du domaine,
en charge de la recherche