CAROCANE

Le magazine des professionnels de la canne à La Réunion

Hors série - Novembre 2024 - 12€

LA FERTILISATION DE LA CANNE À SUCRE

à La Réunion



Ont contribué au séminaire « Gestion de la fertilité des sols et fertilisation de la canne à sucre pour soutenir la durabilité des exploitations agricoles »

- BARBET-MASSIN Vladimir, eRcane
- BRAVIN Matthieu, Cirad
- CHRISTINA Mathias, Cirad
- CONROZIER Rémi, Chambre d'Agriculture Réunion
- DAILLOUX Marion, Cirad
- DETAILLE Charles, Cirad
- DEULVOT Agathe, F.R.C.A. Réunion
- FEVRIER Amélie, eRcane
- GOUX Emmanuelle, Chambre d'Agriculture Réunion
- MANSUY Alizé, eRcane
- NOBILE Cécile, Cirad
- PAYET Olivier, CTICS
- RAMOS Marion, eRcane / Cirad
- THURIES Laurent, Cirad
- TIBERGHIEN Patrick, ACES
- VERSINI Antoine, Cirad

Les participants à la rédaction de ce numéro spécial « Fertilité du sol et fertilisation de la canne à La Réunion »

- BRAVIN Matthieu, Agronome-biogéochimiste du sol au Cirad, unité Recyclage et risque, Coordinateur scientifique & contributeur
- VERSINI Antoine, Agronome-biogéochimiste au Cirad, unité Recyclage et risque, Contributeur
- THURIES Laurent, Agronome-biogéochimiste au Cirad, unité Recyclage et risque, Contributeur
- BOURGAUT Gwenn, Coordinateur éditorial CaroCanne, agronome eRcane
- CONROZIER Rémi, Agronome, Chambre d'Agriculture Réunion, Relecteur
- MANSUY Alizé, Animatrice RITA Canne, Agronome eRcane
- RAMOS Marion, Ingénieure de recherche en agronomie, eRcane
- SIEGMUND Bernard, Directeur de publication, Directeur d'eRcane
- JEUFFRAULT Eric, Directeur régional du Cirad Réunion, Mayotte

Suivez l'actualité de la filière canne et retrouvez tous les magazines et cahiers techniques sur

www.carocanne.re



Carocanne HORS-SÉRIE Novembre 2024

La revue CaroCanne est une publication de l'ARTAS.
Editée dans le cadre du RITA Canne Réunion, elle bénéficie du soutien financier du FEADER.

Directeur de publication

Bernard Siegmund
Président de l'ARTAS

Coordinateur de rédaction

Gwenn Bourgaut

Rédacteurs

Bernard Grollier
Olivier Soufflet
Gwenn Bourgaut

Photographies

Jean-Marc Grenier - contributions Artas

Partenaires

ARTAS/eRcane/Cirad/Chambre d'agriculture/CTICS/Tereos OI

Conception et réalisation

HTC

Impression

NID DL : 11107

Information et abonnement

Artas C/o eRcane
BP 60315
29, rue d'Emmerez de Charmoy
97494 Sainte Clotilde Cedex
Tél : +262 (0)262 28 21 29
contact@carocanne.re

l'Europe s'engage à La Réunion avec le FEADER
Region Reunion
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité



Bernard SIEGMUND
Directeur eRcane

Le sol, un patrimoine sous estimé

Notre monde ne tourne plus très rond, les crises s'inscrivent dans la durée, les inégalités sont majeures, la sécurité alimentaire est très loin d'être atteinte ; les états ont tendance à se replier sur eux-mêmes face aux enjeux cruciaux, le changement climatique s'accélère, devient visible et palpable, donnant raison aux modélisations les plus alarmistes. Bref, notre planète nous invite à bouger, et vite ! L'agriculture apparaît plus que jamais comme un levier de développement stratégique, à condition d'en réviser profondément le logiciel de production. La pandémie actuelle a mis à mal des pans entiers de nos systèmes économiques agricoles, en perturbant l'approvisionnement alimentaire mondial ; elle a surtout révélé une crise écologique planétaire majeure. Pour parvenir à nourrir une population croissante avec des produits de qualité, nous devons commencer par mieux raisonner le tripty que Agriculture - Santé - Environnement.

Dans ce contexte, les fonctions de nos sols n'ont jamais été autant scrutées, tant scientifiquement que médiatiquement. Protéger nos sols et préserver leur potentiel dans le temps n'a jamais été aussi essentiel qu'actuellement. Le sol est comme la partie immergée d'un iceberg, longtemps considéré pour sa seule fonction nutritionnelle des cultures. La réalité est tout autre. Le sol se révèle être un milieu bien plus complexe. Sa biodiversité influe sur l'état sanitaire des plantes mais aussi sur sa capacité à stocker du carbone, en réduisant mécaniquement les potentiels rejets de gaz à effets de serre. Par ailleurs, les racines façonnent le sol, favorisent sa structuration et ses caractéristiques physiques nécessaires à sa fertilité. La rhizosphère, la partie du sol dans laquelle vivent les racines des plantes et les micro-organismes associés, joue un rôle majeur de défense sanitaire. Les systèmes canniers, à la dynamique racinaire très vigoureuse, y participent durablement. Toutes ces interactions impliquent de reconsidérer les pratiques agricoles afin de mobiliser à bon escient ce patrimoine dont l'importance a pu être sous-estimée ces dernières décennies.

En 2021, le Cirad, eRcane et leurs partenaires, soutenus par les collectivités et l'Etat, ont placé le sol au centre de toutes les attentions. Des journées d'information sur la fertilité des sols et la fertilisation de la canne à sucre ont rassemblé de nombreux conseillers agricoles, techniciens et autres : le sol est bien l'affaire de tous ! Organisées sous l'égide du Rita Canne, ces séquences ont permis de consolider les connaissances et de mettre en pratique les résultats des recherches les plus récentes, dans une logique d'échanges réciproques entre conseillers de terrain et scientifiques. La bonne utilisation des sols n'a jamais été autant d'actualité à La Réunion.

Eric JEUFFRAULT
Directeur Cirad Réunion-Mayotte



Fertiliser la dynamique collective

L'accompagnement de la filière canne pour soutenir sa durabilité est l'objectif qui a inspiré la création en 2015 du Réseau d'Innovation et de Transfert Agricole dédié à la canne à La Réunion.

Ce Rita Canne renforce la cohésion des partenaires historiques du dispositif Recherche-Formation-Développement de la filière. Stimuler la recherche et les innovations, coordonner les expérimentations, vulgariser et diffuser les résultats enréponse aux besoins exprimés par les agriculteurs sont les objectifs poursuivis par le Rita Canne depuis sa création.

La grande diversité des contextes socio-économiques, pédologiques et climatiques de La Réunion nécessite une maîtrise toujours plus approfondie des savoirs agronomiques fondamentaux dans le but de les adapter au mieux à toutes les situations. La gestion de la fertilité des sols et le raisonnement des pratiques de fertilisation des cultures en font partie au premier titre.

A La Réunion, le Cirad, le CTICS, eRcane et la Chambre d'agriculture ont historiquement développé ces savoirs pour la canne, en les transférant notamment sous la forme d'outils d'aide au pilotage des pratiques de fertilisation. Malgré cela, lamise en œuvre actuelle de ces conseils sur le terrain reste encore insuffisante, expliquant pour partie un niveau faible de la productivité cannière de ces dernières années.

Parfaitement conscient que ce levier agronomique était insuffisamment mobilisé par la filière, Daniel Marion, premier animateur du Rita Canne, a fait émerger l'idée d'un grand séminaire de transfert technique. Séduits par l'idée, nous avons collectivement décidé de construire cet évènement pour le principal maillon du transfert que sont les conseillers agricoles, en complément des journées de transfert existantes destinées aux agriculteurs.

Le séminaire s'est construit autour des quatre clés qui doivent permettre aux agriculteurs de maîtriser leurs pratiques de fertilisation : la connaissance des fertilisants, l'entretien de la fertilité du sol, l'alimentation de la canne à sucre et l'utilisation des outils d'aide au pilotage. Les experts locaux ont animé conjointement les quatre séquences avec pour principe : la mise à jour des connaissances, l'échanges des savoirs ainsi que la mise en pratique et les retours d'expérience de terrain.

En parallèle, Caro Canne, pilier du Rita transfert, est naturellement apparu comme le meilleur support de diffusion technique. Ce hors-série a été conçu pour contribuer à la diffusion des connaissances et à la relance d'une dynamique de la filière autour de la fertilisation de la canne.

Alizé Mansuy
Animatrice RITA Canne | Agronome eRcane
Matthieu Bravin
Agronome-biogéochimiste du sol | Chercheur Cirad
Gwenn Bourgaut
Coordinateur CaroCanne | Agronome eRcane

PARTIE 1

Bien connaître les fertilisants et leur action

- Engrais minéraux 7
- Engrais composés 8
- Amendement ou engrais organique 9
- Fertilisants organiques disponibles à La Réunion 10
- Le compostage 12
- Les biostimulants sur la canneÉpandages 14
- Épandages 16

PARTIE 2

Entretenir la fertilité du sol

- Introduction - la diversité des sols 19
- La fertilité physique 20
- La fertilité biologique 21
- La fertilité chimique 22
- L'acidité du sol 23
- Amendements chaulants 24
- Phosphore 26
- Potassium 27



PARTIE 4

S'approprier les outils d'aide au pilotage de la fertilisation

- Les outils d'aide au pilotage 39
- Pilotage de la fertilisation 40
- Serdaf 41
- Ferti-Run 42
- Ferti-Run et Serdaf : complémentarité 43

PARTIE 3

Alimenter la canne selon ses besoins

- Croissance et besoins de la canne 29
- Fertiliser au bon moment 30
- Fertiliser au bon endroit 31
- Le cycle de l'azote 32
- Fertiliser efficacement 34
- Paille de canne 35
- Des innovations pour l'avenir 37

Bien connaître les fertilisants et leur action



De quoi dépend l'efficacité d'un engrais minéral ou de synthèse ?

D'abord d'un pH du sol approprié (idéalement supérieur à 5,5 pour la culture de la canne à La Réunion). Ensuite de la nature et de la qualité de l'engrais utilisé. En ce domaine l'offre est variée et évolue à chaque campagne. De nouveaux types d'engrais se retrouvent à disposition des agriculteurs. L'efficacité de la fertilisation va aussi être influencée par sa présentation sous forme de poudre, de granulé, de billes, de pellets, etc.

La régularité de l'épandage, qu'il soit manuel ou mécanisé, est également un élément fondamental. Enfin les conditions d'emploi sont évidemment déterminantes : des précipitations (ou l'irrigation) sont nécessaire à la dilution des engrais dans le sol, mais sans excès pour éviter au maximum les pertes par lixiviation; les périodes très chaudes ou ventées sont cause principale de parte de l'azote par volatilisation.

Par ailleurs, les hausses de prix et la raréfaction des ressources primaires ainsi que la demande sociétale en faveur de pratiques plus vertueuses pour l'environnement, incitent à regarder du côté des amendements et fertilisants organiques. Ces derniers dont l'usage devient comparativement de plus en plus économique s'ils sont bien utilisés, ont une action notable sur la qualité du sol et la fertilité durable. On ne saurait que recommander le recours à la fertilisation organique, avec un effort particulier en année de plantation.

Engrais minéraux

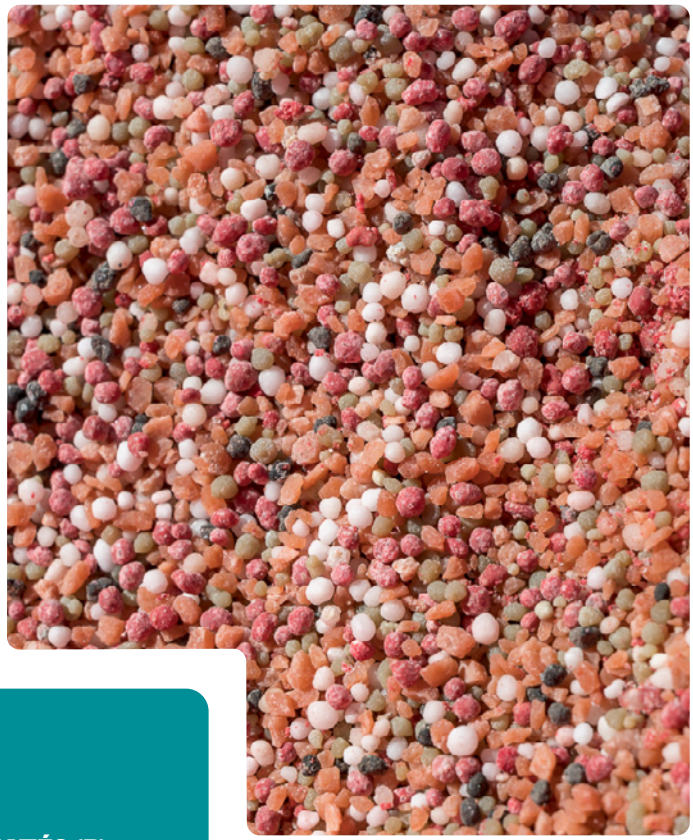
Connaître leur diversité et leur composition pour mieux les utiliser

Quelques notions de base sont utiles à rappeler. Un engrais est dit minéral lorsque les éléments nutritifs qui le composent sont sous une forme minérale (et non organique). Par abus de langage, on inclut dans cette catégorie un engrais organique issu de la synthèse chimique, l'urée, bien connu à la Réunion. Par transformations de ressources primaires (minerais ou gaz) ses composants sont rendus assimilables par la plante. Enfin, les engrais se définissent aussi par des normes : NF U 42001 par exemple, qui définit les engrais comme étant des produits « fertilisant les cultures et les sols ». Ils sont répartis en plusieurs classes selon leur nature.

Les principes actifs de l'azote, de la potasse (K) et du phosphore (P) sont relativement bien connus. Concernant le phosphore, il faut retenir que, si les sols en contiennent naturellement, celui-ci est peu assimilable par les plantes (20 % à peine). Ce qui justifie, en tenant compte des exportations des cultures, de réaliser des apports supplémentaires pour satisfaire les besoins de la culture.

LES MINERAIS RENDUS SOLUBLES

Fabriquer des engrais consiste, à partir du minerai brut, de le soumettre à des traitements physico-chimiques dans le but de rendre les minéraux plus solubles pour faciliter leur assimilation par la plante. Ces traitements industriels sont coûteux en énergie ce qui rend leur coût de production sensibles aux aléas du coût de l'énergie. Autre inconvénient: l'extraction de la potasse et du phosphore se concentre dans quelques pays, comme les phosphates naturels pour lesquels 4 pays se partagent 75 % de la production : Chine, États-Unis, Russie, Maroc. La production et commercialisation des engrais minéraux et de synthèse sont donc soumises à de nombreux aléas qui influencent la disponibilité et les prix sur les marchés, ce qui est parfois difficile à supporter pour les agriculteurs.



Les engrais de mélange comportent des taux variables de minéraux

Comment sont-ils fabriqués ?

ENGRAIS AZOTÉS (N)

Ils se déclinent sous forme uréique, ammoniacale et nitrique, plus ou moins directement assimilables. Le diazote gazeux N_2 est le principal composant de l'air que l'on respire (80 %), mais présent de manière inerte. Cette forme n'est utilisable que par quelques bactéries et des plantes de la famille des légumineuses. Pour être utilisable en agriculture (assimilable par les plantes), il doit être transformé en ammoniac au contact d'hydrogène issu de gaz naturel. Cet ammoniac est ensuite transformé en nitrate d'ammonium ou en urée. Le processus est très consommateur d'énergie.

ENGRAIS PHOSPHATÉS (P)

Ils proviennent de la transformation de minerais phosphatés naturels (par exemple l'apatite). La matière brute est traitée à l'acide sulfurique ou phosphorique pour être transformé, il se présente alors sous forme de superphosphate triple (TSP) soluble. Mélangé avec de l'ammoniac, donc de l'azote (N), le phosphate constitue un engrais binaire, sous forme mono-ammonique (MAP) ou en di-ammonique (DAP). Le DAP, forme la plus courante, contient 18 % d'azote et 46 % de phosphore.

ENGRAIS POTASSIQUES (K)

Après extraction et traitement du sel de potasse contenu dans un minerai (mines au Canada, Russie, ...) ou dans l'eau de mer (Israël) l'engrais potassique, est disponible sous forme de chlorure de potassium (KCl) ou de sulfate de potassium (K_2SO_4). On pourra le rencontrer aussi sous forme de nitrate de potasse (KNO_3, donc avec de l'azote).

Engrais composés

Un engrais simple est un engrais qui ne contient qu'un seul des trois macro-éléments : N, P ou K. Le plus souvent on utilise des engrais composés contenant, dans des proportions variables, les trois nutriments.

LES ENGRAIS DE MÉLANGE

Ce sont les plus courants, car souvent les moins chers. Ce sont des mélanges de granulés d'engrais simples : N le plus fréquemment sous forme uréique ; P le plus souvent sous forme DAP ; K sous ses deux formes, chlorure ou sulfate de potassium. Un avantage : un coût moindre, un inconvénient : un risque d'hétérogénéité à l'épandage lié à des différences de densité et de forme (granulés ou poudre).

LES ENGRAIS COMPLEXES

Ici, chaque granulé contient les trois éléments N, P et K (sous les mêmes formes que précédemment) à différents dosages selon les produits. Plus chers à l'achat, les engrais complexes offrent une plus grande homogénéité de la fertilisation. Ils suppriment en effet les différences de densité entre éléments qui peuvent intervenir dans l'épandage des engrais de mélange.

LES ENGRAIS À EFFET RETARDATEUR

Dans ces engrais, l'azote est libéré plus progressivement dans la solution du sol. Il peut être protégé par un enrobage, qui retarde sa transformation en nitrate dans le sol. L'engrais conservant plus longtemps sa forme ammoniacale, la libération des nitrates se fait de manière plus lente et régulière. Il peut également être associé à des inhibiteurs de nitrification qui ralentissent la transformation des nitrates en azote gazeux (ammoniac).



Les engrais minéraux et de synthèse se présentent sous de nombreuses formes. De gauche à droite : chlorure de potasse, phosphore P2O5, sulfate de potasse, engrais complexe, engrais enrobé azote retard, urée (blanc).

Conseils d'utilisation : ce qu'il faut savoir

Les conditions d'emploi sont déterminantes pour une efficacité optimale. L'engrais doit être adapté aux conditions pédoclimatiques de la parcelle.

- Des conditions pas trop humides et peu ventées sont requises au moment de l'apport pour imiter les pertes par volatilisation. L'azote se transforme en ammoniac avec l'humidité et peut être « volatilisé » en conditions chaudes et ventées.
- Des précipitations suffisantes (ou de l'irrigation) sont nécessaire pour incorporer l'azote dans le sol et éviter les pertes par volatilisation.
- Le temps de solubilisation et transformations de l'engrais azoté après l'épandage est en moyenne de 15 jours.
- En condition sèche, on privilégiera l'azote sous sa forme nitrique, la plus efficace, mais aussi la plus sensible à la lixiviation en cas de pluie.
- Dans les hauts et en hiver, l'urée, qui a besoin d'être minéralisée en ammonium et en nitrate pour être prélevable par la canne, agit moins vite.
- Pour un « rattrapage » azoté, choisir un engrais ammonitrate dont l'assimilabilité immédiate par la canne peut favoriser un effet coup de fouet.



Engrais à effet retardateur pour optimiser la fertilisation azotée

- L'emploi des formes protégées de l'azote (engrais enrobés à diffusion lente ou avec inhibiteur de nitrification) doit tenir compte de plusieurs critères : l'état d'humidité du sol et les conditions de pluviométrie ou d'irrigation, le stade de développement de la culture et la capacité à l'enfouir lors de l'épandage.
- Le fractionnement de la fertilisation azotée, pour correspondre aux besoins de la plante est une bonne solution pour mieux valoriser son azote.

Amendement ou engrais organique

Comment les distinguer ?

La question à se poser : a-t-on besoin en priorité d'améliorer les propriétés du sol ou de combler un besoin nutritif des cannes ? La réponse se trouve dans les préconisations émises par les bulletins d'analyse de sol. Pour améliorer les propriétés du sol, on va rechercher un amendement organique. Pour nourrir la canne, on va rechercher un engrais organique ou organominéral.

Les fertilisants organiques (amendements organiques et engrais organiques) peuvent être issus de processus d'élaboration différents. Certains amendements organiques sont utilisés sans transformation post production. A ce titre, tout le monde connait les lisiers ou les fumiers bruts. D'autres amendements organiques résultent d'un processus de transformation. Le plus connu est le compostage d'une ou plusieurs matières premières organiques qui se dégradent et se transforment sous l'action de micro-organismes spécifiques du compostage.

Pour savoir à quel type de fertilisant l'on a à faire, il existe plusieurs moyens. Le plus simple, c'est la « règle des 3 % » de N, P_2O_5 et K_2O contenus dans la matière organique (voir ci-après). En conditions contrôlées, c'est-à-dire en laboratoire, on peut estimer un « potentiel engrais ». Ce sont les indices de laboratoire qui ont permis d'élaborer des typologies de fertilisants organiques (voir la liste des principaux produits disponibles à la Réunion). Ces typologies peuvent aider au choix d'un fertilisant organique.

LA RÈGLE DES 3 %

La valorisation agricole des fertilisants organiques est régie par deux statuts réglementaires selon qu'elles nécessitent un plan d'épandage et une traçabilité ou pas. S'il y a besoin d'un plan d'épandage, le service d'appui technique à la gestion des épandages (SATEGE), au sein de la Chambre d'agriculture, permet aux planteurs de s'informer des conditions dans lesquelles les fertilisants organiques doivent être épandus.

Les dispenses de plan d'épandage ne s'appliquent qu'aux fertilisants organiques homologués ou normalisées. Homologués signifie que leur efficacité, stabilité et innocuité sont reconnues (c'est le cas à la Réunion des écumes de sucrerie, des cendres de bagasse ou encore de Fertilpéï, engrais organique produit par Runéo sur la station d'épuration du Grand Prado à Sainte Marie). Normalisées signifie que le produit répond à une norme AFNOR.

La règle dite des 3 % est l'un des critères obligatoires pour définir à quelle norme appartient le produit. Elle concerne les teneurs de N, P_2O_5 et K_2O dans le fertilisant organique (voir ci-dessous). Chaque élément doit être présent au minimum à 3 % de la masse brute de l'engrais pour être reconnu comme engrais.

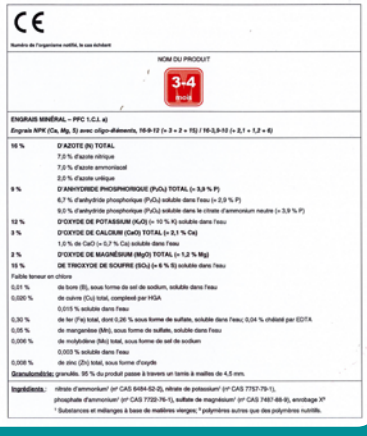


Si la matière première organique contient moins de 3% de N, P ou K (l'un au moins des trois éléments pris séparément), c'est un amendement organique. Si elle contient 3% ou plus de N, P ou K, c'est un engrais organique.

Lire et comprendre l'étiquette d'un produit fertilisant

C'est le premier réflexe pour juger de la qualité d'un engrais, vérifier les informations réglementairement obligatoires qui doivent figurer en français et fournir toutes les informations pertinentes :

- **le type d'azote :** urée, ammonium, nitrate,
- **la solubilité :** qui conditionne le temps de diffusion de l'engrais. En conditions moyennes, 15 jours.
- **la granulométrie :** plus le granulé est gros, plus il se dissout lentement,
- **la charge :** dans les formules à faible dosage, la qualité de l'engrais est aussi liée souvent à la « charge », le matériau utilisé pour contenir les composants N, P et K. Dans une tonne d'engrais, cette matière (parfois simplement du sable) peut représenter une forte proportion, on parlera d'engrais faiblement dosés. Et la nature de la charge peut peser sur la qualité du fertilisant.



Fertilisants organiques disponibles à la Réunion

Un gisement important et diversifié

La diversité et la quantité de fertilisants organiques recensés à la Réunion est remarquable. Même si tout n'est pas mobilisable pour la canne, un tel gisement pourrait être mieux utilisé pour couvrir ses besoins en nutriments.

Le dernier inventaire réalisé en 2019 dans le cadre du projet Gabir a confirmé l'importance en quantité et en diversité des fertilisants organiques disponibles sur l'île. Ils représentent près de 150 000 tonnes de matière sèche et contiennent environ 6 000 tonnes d'azote, 4 000 tonnes de phosphore et 6 000 tonnes de potassium.

A titre de comparaison, les fertilisants organiques locaux contiennent autant d'azote que 70% des engrais de synthèse importés chaque année sur l'île.

Les travaux menés dans le cadre du projet Gabir ont suggéré deux principales pistes de progrès quant à la production et l'utilisation en agriculture des fertilisants organiques : (i) l'optimisation de l'utilisation des fertilisants organiques déjà valorisés actuellement et (ii) la valorisation des biomasses aujourd'hui éliminées comme les biodéchets ménagers.

Pour en savoir plus :

Les normes qui s'appliquent aux matières organiques

- **NORME NFU 42 001 :** elle s'applique aux engrais organiques et engrais organo-minéraux dont la teneur en N, P_2O_5 ou K_2O est égale ou supérieure à 3 % de la masse brute (poids frais).
- **NORME NFU 44 051 :** elle définit les amendements organiques dont la teneur en N, P_2O_5 ou K_2O est inférieure à 3 % de la masse brute (poids frais).).
- **NORME NFU 44 095 :** elle qualifie les amendements organiques compostés contenant des matières d'intérêt agronomique issues du traitement des eaux, c'est-à-dire les boues.
- **NORME NFU 44 003 :** elle s'applique aux boues d'épuration urbaines traitées à la chaux.

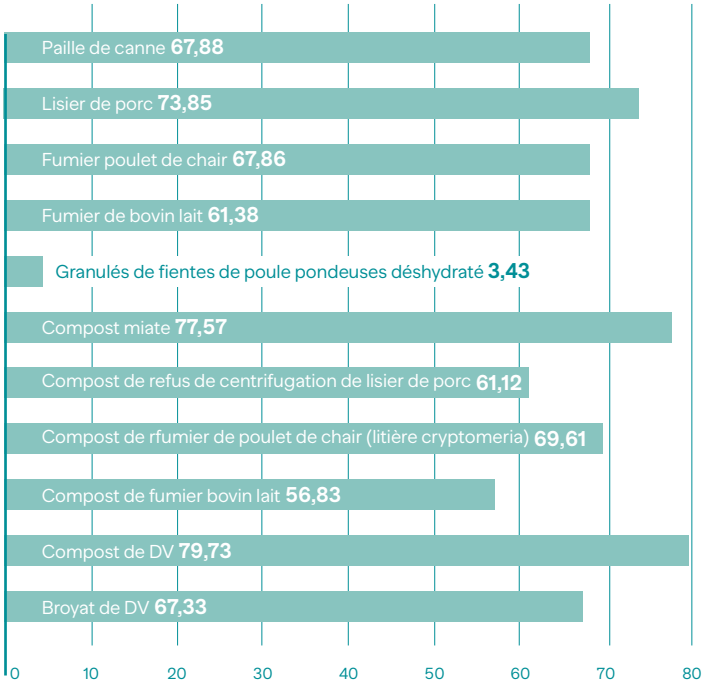
Lire aussi : Les points clés de la réglementation sur les fertilisants.

Comment prévoir les effets des fertilisants organiques ?

Effet direct, effet retard, combi-naison des deux effets, ces termes correspondent à une minéralisation plus ou moins lente de leurs composants.

- Les outils d'aide à la fertilisation, Serdaf et Ferti-Run, intègrent dans leur calculs les effets engrais direct et retard correspondant aux différents types de fertilisants organiques (voir la partie 4). C'est la façon la plus simple et pratique de savoir à quoi s'attendre en matière de fertilisation de la canne à sucre.
- Pour les amendements organiques, il existe aussi un indicateur normalisé: l'indice de stabilité de la matière organique, ISMO. Basé sur des analyses de laboratoires, l'ISMO indique le pourcentage de matière organique stable au sein de la matière organique totale. Plus l'ISMO est élevé, plus l'amendement devrait être stable dans le sol. C'est une mesure d'un potentiel de transformation en MO stable (« potentiel humus »).

ISMO, quelques repères à La Réunion



A. Deulvot 2018, Gabir Réunion

Les principaux amendements et engrais organiques disponibles



eRcane teste l'efficacité de nombreux fertilisants organiques à travers le projet TERO

AMENDEMENTS

- **Compost de déchets verts :** issu du broyage et du compostage de déchets verts du milieu urbain, ce compost s'utilise en amendement et doit s'accompagner d'un apport complémentaire d'azote, de phosphore et de potassium.
- **Ecume de sucrerie :** résidu de la filtration du jus de canne brut chaulé, l'écume est utilisée comme amendement organique et chaulant. Elle assure également une faible fertilisation azotée, avec un effet retard, ainsi qu'une bonne fertilisation en phosphore et calcium.
- **Litières de volailles des élevages avicoles :** les litières s'utilisent notamment comme amendement organique, en particulier lorsqu'elles sont compostées. Elles ont aussi un effet engrais (teneurs en N et P_2O_5).
- **Fumier de bovin :** ce mélange de litière et de déjections animales a un effet amendement, en particulier lorsqu'il est composté. Mais il est peu utilisé en canne (cher et utilisé en priorité par les maraîchers).



Épandage des digestats de méthanisation des vinasses de la Distillerie Rivière du Mât

ENGRAIS

- **Lisier de porc :** principal fertilisant utilisé dans les plans d'épandage, sa composition, très variable en fonction de l'élevage d'origine, nécessite l'analyse du produit pour connaître sa valeur fertilisante. Les pertes d'azote par volatilisation de l'ammoniac à l'épandage peuvent être importantes (jusqu'à 95% de l'azote ammoniacal contenu dans le lisier).
- **Fientes de volaille des élevages avicoles :** elles ont un effet d'engrais organique. Elles sont assez riches en azote. Le produit commercialisé sous le nom Ferticycle est un engrais organo-minéral granulé, composé d'un mélange de fientes de poules pondeuses et d'un engrais minéral.
- **Farine de plume et de sang et poudre d'os :** fabriqués par la Sica AUCRE, ces engrais organiques sont conformes à la norme NF U 42 001, riches en azote pour la farine, riche en phosphore pour la poudre.
- **Digestat de méthanisation de la vinasse (commercialisé sous le nom Ferticanne) :** les boues liquides de la fermentation des vinasses de la Distillerie Rivière du Mât ont un effet d'engrais. Elles sont soumises à plan d'épandage.
- **Vinasses de distillerie :** riche en potassium, elles ne sont utilisées à ce jour que sur de très rares surfaces (à proximité des usines à cause du cout du transport de ce matériau, très riche en eau).
- **Granulés de boues d'épuration urbaines digérées, séchées et chaulées (distribué sous le nom Fertilpéï) :** riche en phosphore et en azote, ils contiennent également du calcium, du magnésium, du cuivre, du zinc et du fer.

Le compostage

Une technique à bien maîtriser

En comprenant les phases clés du compostage et en respectant les étapes du processus, on obtient un amendement riche en matière organique stable qui contribuera à renforcer la teneur en matière organique du sol. Les composts ont une action bénéfique sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol.



Le développement du mycélium (zone blanche) traduit un compost stabilisé.

Le compostage est un processus complexe de transformation de matières organiques hétérogènes en un produit fertilisant plus homogène et concentré assez stable. Cette forme stabilisée permet une moindre perte d'azote par phénomène de volatilisation lors de l'apport au sol. La transformation de la matière d'origine résulte d'un processus de dégradation et de réarrangement qui se déroule en plusieurs phases :

- **Une phase de réchauffement** où les micro-organismes, principalement des bactéries, entrent en action pour dégrader les composés les plus simples et réactifs des matières organiques présentes. Leur activité de dégradation est largement exothermique et fait monter la température dès lors que l'humidité et la présence d'oxygène sont maintenues par arrosage et retournement du tas.
- **Une phase chaude**, issue de la phase précédente, qui maintient une température élevée. Cette phase hygiénise le compost en formation en détruisant germes pathogènes, parasites, graines d'adventices avec des températures pouvant dépasser 60 °C pendant plusieurs jours parfois.
- **Une phase de refroidissement** quand la matière la plus facile à dégrader commence à manquer, que l'activité microbienne ralentit.
- **Une phase de maturation** au cours de laquelle la matière organique « stable » se concentre du fait de l'élimination des autres composés moins stables au cours des phases précédentes. La matière organique « stable » se forme aussi par la recombinaison de composés organiques issus de la dégradation de la matière organique d'origine par une nouvelle flore, notamment composée de champignons. L'azote minéral peut aussi se réorganiser sous différentes formes organiques (acides aminés et protéines) sous l'action des microorganismes.

LE BESOIN D'AIR ET D'EAU

- Les micro-organismes à l'œuvre dans le compostage sont aérobies : ils ont besoin d'oxygène pour vivre. Afin d'optimiser leur action, des retournements réguliers du tas sont nécessaires pour bien l'aérer. D'autre part, les micro-organismes ont besoin d'un minimum d'humidité pour se développer (autour de 50 % d'eau dans le tas). Pour compenser l'évaporation provoquée par la hausse de température, il est recommandé d'apporter au tas de l'eau (ou éventuellement des sous-produits humides). Une solution intéressante pour éviter de gérer des insuffisances en humidité ou bien des excès (pluies) est de couvrir le tas (andain) d'une bâche hémiperméable.

LA DURÉE DU COMPOSTAGE

À la Réunion, en milieu tropical, les processus de compostage sont rapides.

- **Inférieure à 1,5 mois**, la courte durée de compostage produit un « pré-compost » sans réelle phase de maturation. Il se comportera, à l'usage, en engrais organique à effet instantané dit « coup de fouet ». Attention cependant au risque de faim d'azote si ce produit instable a un rapport carbone sur azote élevé (>20).
- **Supérieure à 3 mois** : on obtient un compost mature, stabilisé, à effet lent qui se comportera plus comme un amendement pour entretenir et améliorer la teneur en matière organique stable du sol.
- **Comprise entre 1,5 et 3 mois :** le compost durant cette période pourra avoir un comportement intermédiaire, à la fois d'engrais et d'amendement. Son état sera variable en fonction des matières premières utilisées et des interventions (ex. retournements).

UN PRODUIT TRANSFORMÉ

Le processus de compostage fait perdre environ la moitié de la masse du produit initial, principalement à cause de la perte en eau. La perte en azote n'est pas à sous-estimer et varie de 20 à 50 % en fonction des matières premières, de la fréquence des retournements, et des conditions climatiques (vent et chaleur sont propices à la volatilisation de l'ammoniac). Phosphore, calcium et magnésium sont globalement conservés car peu mobiles. La perte en potassium est limitée, sous réserve que le compost reste abrité de la pluie pour éviter tout risque de lixiviation.

Zoom sur la pratique du compostage à la SCEA Savanna

Lors d'un atelier sur les pratiques de compostage et d'épandage de fertilisants organiques, Laurent Thuriès, chercheur agronome au Cirad, a présenté quelques méthodes faciles à mettre en œuvre pour diagnostiquer et maîtriser la qualité des composts.

- Pour réaliser un compost, le tas initial (« andain ») de matières premières organiques doit être ni trop haut, ni trop petit. La bonne taille est au maximum 2,50 à 3,00 m de hauteur. Au-delà, le tas risque d'être en manque d'aération (oxygénation naturelle), en-deçà le tas risque d'être soumis à trop d'aléas climatiques (séchage trop rapide dû au vent ou ennoyage lors de pluies, les deux stoppant toute transformation).



- Photo d'un broyat de déchets verts triés, 11 jours après sa mise en place. Le tri préalable et un broyage favorisent une dégradation homogène de la matière organique du compost en formation. La couleur grise en surface signale le développement des micro-organismes en action dans les parties les plus aérées de l'andain. Ici ce sont des actinomycètes, caractéristiques et signaux d'une bonne transformation en cours.



- Sur cette photo, le tas végétal trop dense et compact (non aéré par retournement) n'a pas permis au processus de compostage de s'effectuer dans de bonnes conditions d'aération et d'humidité, et il s'est arrêté avant maturation. Peut-on le réactiver ? Oui, en le scalpant pour l'aérer et en rajoutant du lisier, pour remonter fortement l'humidité et réactiver les dégradations exothermiques de matières carbonées en présence de l'azote apporté par le lisier. On peut procéder en couches : par exemple une couche de matière organique d'origine, une couche de matière apportée plus humide et/ou plus riche en azote, et on recouvre avec une couche de matière d'origine mise de côté lors de l'ouverture du tas…). La « machine biologique des micro-organismes » à l'origine des phases caractéristiques du compostage, pourra alors être relancée.



- Photo d'un broyat de déchets verts après 1,5 à 2 mois. La vapeur qui s'en échappe renseigne sur le déroulement du processus biologique de dégradation. Nous sommes en phase chaude où sont éliminés les micro-organismes pathogènes et le pouvoir germinatif des graines. Les broyats de déchets verts sont très riches en carbone et assez pauvres en azote. Leur rapport carbone sur azote est donc élevé. Si aucune matière première plus riche en azote n'est ajoutée, le processus de transformation peut être lent.



L'échantillonnage du compost

Au-delà des constats visuels et sensoriels, l'analyse des échantillons en laboratoire permet d'en savoir plus sur le compost. Pour ce faire, il est nécessaire de disposer d'un échantillon représentatif pour l'analyse en laboratoire. Deux méthodes d'échantillonnage peuvent être mises en œuvre selon la taille de l'andain et l'équipement dont on dispose.

1. Prélèvement en escargot d'une dizaine de points sur un front de coupe dans l'andain ; cela nécessite des équipements type fourche articulée devant un tracteur pour « couper » les andains volumineux
2. Prélèvement d'une dizaine ou d'une quinzaine d'échantillons (nombre variable en fonction de la taille de l'andain) à mi-hauteur et tout autour du tas. Quelle que soit la méthode de prélèvement (coupe ou autour de l'andain), on peut alors procéder à la réduction du volume collecté, tout en obtenant un sous échantillon représentatif des échantillons individuels.
3. Les échantillons individuels sont rassemblés sur une surface propre (béton ou une bâche solide) en un tas, homogénéisé énergiquement. Ce tas est alors divisé (à la pelle) en quatre quarts. Trois quarts sont éliminés pour ne conserver qu'un quart, à son tour homogénéisé énergiquement. L'opération est répétée autant de fois que nécessaire pour obtenir le sous-échantillon de volume désiré, un échantillon final de 5 kg qui sera conservé au froid dans une glacière avec des blocs accumulateurs de froid avant transmission au laboratoire.



Les biostimulants sur la canne

Efficaces ou non ?

L'intérêt des biostimulants n'est pas démontré sur la canne. C'est ce qui ressort des essais menés par eRcane. Au plan agronomique, un seul a montré son efficacité dans certaines conditions : Osiryl. Si certains produits ont permis ponctuellement un gain de rendement, il n'est pas significatif ramené au coût d'achat .

Qu'appelle-t-on biostimulant ou biofertilisant ?

Des produits qui contiennent une ou plusieurs substances actives ou des micro-organismes, quelquefois les deux, et dont la fonction est de stimuler les processus naturels : meilleure efficience des nutriments, tolérance supérieure à la sécheresse, meilleure disponibilité en nutriments, amélioration de la qualité de la culture.

Ces produits sont considérés comme pouvant avoir une action sur la structure du sol, sur la levée, sur le développement des racines, et finalement sur le rendement.

Pour répondre à la demande d'information sur leur impact en canne, le CTICS et eRcane ont testé et comparé trois d'entre eux sur deux sites seuls ou en complément d'une fertilisation classique, en comparant les résultats à un témoin sans biostimulant.

Conclusions :

- **Bactériosol** utilisé seul il fait baisser nettement les rendements et, en complément d'une fertilisation classique il a même tendance à faire baisser les rendements en canne.
- **Fertiactyl GZ**, engrais foliaire N et K aux extraits végétaux et humiques a eu un gain de rendement significatif à Saint-Suzanne (+ 8,2 t/ha), mais pas à Saint-Pierre (+ 3,8 t/ha). Incluant le coût d'achat et d'épandages, le gain économique n'est pas probant.
- **Osiryl, biostimulant** favorisant le développement racinaire, a été testé à trois doses : 10l/ha, 15 l/ha et 20l/ha, avec des gains de rendement significatifs dans les trois cas (jusqu'à + 18 t/ha à 20l/ha). Osiryl apparaît à ce jour comme le seul biostimulant ayant présenté un effet clair et intéressant sur la canne.

Même lorsqu'ils produisent des effets positifs, il convient d'évaluer si le gain de rendement compense le surcoût lié à l'achat du produit en quantité non négligeable. Par ailleurs, en aucun cas un bio stimulant ne peut prétendre se substituer à une fertilisation classique. Des conclusions que confirment les retours d'expériences sur grandes cultures (blé, maïs, etc.) de l'institut Arvalis en métropole.

Techniques, bonnes pratiques et matériels pour épandre au mieux ses amendements

La question à se poser : a-t-on besoin en priorité d'améliorer les propriétés du sol ou de combler un besoin nutritif des cannes ? La réponse se trouve dans les préconisations émises par les bulletins d'analyse de sol. Pour améliorer les propriétés du sol, on va rechercher un amendement organique. Pour nourrir la canne, on va rechercher un engrais organique ou organominéral.

LA PRÉPARATION DU TERRAIN

Rechercher, lors des travaux de mise en culture, une configuration la plus géométrique possible même si cela est parfois compliqué compte-tenu de la morphologie des parcelles réunionnaises. Pratiquer l'épierrage avant plantation pour le travail mécanisé. Prévoir des tournières (demi-tour en bout de rang) et des espaces de manœuvre. L'aménagement d'une parcelle en vue de la mécanisation des travaux agricole vaut bien entendu aussi pour les travaux d'épandage, qu'ils soient liquides (lisiers, Ferticanne,...) ou solides (fumiers, composts,...).

ÉTALONNAGE DES ÉPANDEURS

La démarche consiste à effectuer le calcul permettant d'apporter la quantité prévue d'engrais par hectare.

On peut aborder la question selon deux axes :

Je sais à quelle vitesse je travaille, et quelle est ma largeur d'épandage, alors je règle le débit de mon épandeur.

J'ai un débit d'épandage et une largeur d'épandage fixes, la question reviendra alors à calculer une vitesse d'avancement

- Dans le premier cas :
  D=(Q×L×V)/600
- Dans le second cas :
  V=(D×600)/(Q×L) avec
  V : vitesse en km/h
  D : Débit en kg/min
  L : largeur d'épandage en mètres
  Q : Quantité à épandre à l'hectare en kg



LA RÉGULARITÉ DE LA VITESSE DE L'ÉPANDAGE

Le débit étant dépendant de la vitesse du tracteur, cette vitesse d'avancement de l'épandeur doit être constante, quelles que soient les contraintes du milieu, il convient de bien s'assurer que la vitesse prévue peut être tenue durant tout l'épandage et sur toute la surface de la parcelle, y compris dans les pentes.

Seul un appareil muni d'une régulation électronique permet de déroger à cette règle : le régulateur compense les ralentissements ou les accélérations de l'épandeur pour maintenir la distribution du produit constante.

LA RÉGULARITÉ DE LA LARGEUR DE L'ÉPANDAGE

La largeur de l'épandage doit être constante, ceci implique un régime moteur régulier. La largeur avec les épandeurs classiques correspond généralement à 5 rangs de cannes (ou 4 interrangs). Pour maintenir l'épandeur dans une trajectoire rectiligne, le chauffeur prend pour repère certains rangs de cannes. L'engin roule dans les interrangs.

Il convient de vérifier si l'épandage est régulier sur toute la largeur d'application. C'est rarement le cas, il y a prédominance en zone centrale. Dans ce cas prévoir un recouvrement lors des passages du tracteur.

Évaluer l'homogénéité d'un épandage de matières solides

Les quantités à épandre sont de l'ordre de 5 à 50 tonnes à l'hectare selon les produits. La qualité de l'amendement va dépendre de l'homogénéité de sa distribution sur toute la parcelle. Pour les composts solides, cette homogénéité peut être vérifiée par la pesée de petits prélèvements sur la surface de la parcelle. La collecte s'effectue à l'aide de sections de bâche d'un mètre carré. On obtient une masse en kg/m².

Ces prélèvements s'effectuent en deux temps :

- Au démarrage de l'opération, des bâches de 1 m² sont réparties au sol pour recevoir les épandages. Une fois le tracteur passé on récupère ces bâches et on pèse la quantité recueillie sur la bâche. En multipliant par 10 000 on a le poids à l'hectare : 1 kg/m² = 10 tonnes par hectare
- En cours de chantier : vérifier si la surface couverte pour chaque caisson est régulière.

Épandages

Les précautions à prendre dans certains cas



Ne pas oublier que la concentration d'azote va varier en fonction de la dilution du produit. Plus le lisier sera liquide, plus la quantité à épandre sera importante pour atteindre la quantité de N nécessaire. Et donc plus l'épandage sera coûteux.

L'ENTRETIEN DES MATÉRIELS

L'azote est corrosif et peut rendre très rapidement un appareil inutilisable s'il est mal entretenu. Les épandeurs doivent faire l'objet d'un nettoyage soigneux et rigoureux après chaque campagne d'utilisation : prévoir lavage, rinçage, séchage et graissage des pièces mécaniques méthodiques, ainsi que la réfection de la peinture anti-corrosion de la caisse.

L'INTÉRÊT DE L'ACHAT EN GROUPEMENT

Les matériels étant, pour la plupart, très coûteux, les petites et moyennes exploitations ont intérêt à se grouper pour investir (ou alors à faire appel à un prestataire). Un appareil qui ne travaille que quelques jours par an est un non-sens économique pour les petits et moyens agriculteurs.

ORGANISATION DE CHANTIER D'ÉPANDAGE

Pour optimiser le travail et minimiser les coûts, le chantier d'épandage doit être préparé et organisé rigoureusement. Cela consiste dans un premier temps à prévoir l'emplacement de dépôt des matières (sacs d'engrais, compost, écumes...) pour faciliter les opérations de rechargement des trémies. Le sens de travail: sens des rangs si la plantation est déjà faite, mais si on travaille en plein, par exemple un épandage écumes-cendres avant plantation le choix du sens de travail doit tenir compte des pentes et des contraintes de machine (virages en bout de champ, etc.)

LE PLAN D'ÉPANDAGE

L'épandage des matières organiques s'effectue dans le cadre d'une réglementation précise. Il doit respecter des contraintes environnementales. Pour tout savoir sur les conditions d'épandage, se rapprocher de la Chambre d'agriculture qui anime depuis l'année dernière le Service d'Appui Technique à la Gestion des Epandages (SATEGE), ou encore de la FRCA (Rita animal Réunion).

Les matériels disponibles

L'ÉPANDEUR À GRANULÉS PENDULAIRE

La prise de force du tracteur fait osciller latéralement un tube placé sous la trémie dont l'ouverture, réglable, dose la distribution de l'engrais. L'épandage s'effectue en nappe sur une largeur de 9 à 15 mètres ou en localisé sur le rang lorsqu'on enlève le tube.

L'ÉPANDEUR À DISQUE

Les granulés tombent sur un ou deux disques munis de pales en rotation rapide, qui les projettent tout autour. L'angle de fixation des pales sur les disques détermine la largeur de l'épandage. Ce type d'épandeur est le moins cher et de ce fait est plus facilement accessible aux petites exploitations. Néanmoins, il n'est rentabilisé que sur des surfaces conséquentes.

L'ÉPANDEUR À VIS

Les épandeurs à vis sont conçus pour un épandage localisé. Sous la trémie, une vis sans fin tourne à l'intérieur d'un cylindre horizontal, elle répartit les granulés sur toute la largeur et les granulés s'échappent par les ouvertures régulièrement disposées. Chaque ouverture correspond alors à un rang de cannes. La localisation au plus près est un facteur d'efficacité de la fertilisation.

LES ÉPANDEURS DE LISIERS

Le plan national de réduction des polluants atmosphériques (Prépa) prévoit de supprimer les équipements les plus polluants à l'horizon 2025. Les buses palettes (dit à jet en queue-de-paon), qui équipent la plupart des tonnes à lisier à la Réunion, sont sur la sellette : plus de 70% de l'ammoniac se volatilise avant de toucher le sol ! Il est recommandé d'orienter le jet au plus près du sol pour limiter la prise à l'air. Mieux, on préconise de s'équiper pour les prochains investissements de tonne à lisier munie d'un système de rampe à pendillards qui localisent la distribution du lisier au sol et réduisent les émanations d'ammoniac. L'enfouissement rapide est aussi une condition d'efficacité, on trouve des systèmes d'épandages à enfouisseurs. Ils sont onéreux.

L'ÉPANDEUR À FUMIER

Les épandeurs à fumier se répartissent en deux catégories pour projeter le matériau. Ceux utilisant deux hérissons verticaux tournant à grande vitesse ; et ceux utilisant des disques rotatifs. Dans un cas comme dans l'autre ; le fond de caisson est muni d'une table qui fait avancer le tas de fumier, compost... vers l'organe d'épandage. L'épandeur à disques est plus précis en cas de faible doses, mais plus fragile à l'usage.

Les points clés de la réglementation sur les fertilisants

Aux termes du Code Rural (Art L. 255-1 et suivants), toute matière fertilisante (et support de culture) doit obtenir une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) après évaluation par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses). Sur la base de cette évaluation, l'Agence autorise ou non leur commercialisation.

Toutefois le Code Rural prévoit des exceptions à cette règle :

1. Si le produit répond aux exigences d'une norme rendue d'application obligatoire : le cas le plus fréquent (95 % des fertilisants organiques sont normalisés).
2. Si le produit est conforme au règlement européen « Engrais CE » 2014/1009 qui concerne certains engrais minéraux et amendements minéraux basiques. Entré en vigueur en juillet 2022, le règlement européen, s'applique à toutes les matières fertilisantes et supports de culture.
3. Si le produit est conforme à un cahier des charges approuvé par voie réglementaire garantissant son efficacité et son innocuité. Aujourd'hui, il existe un cahier des charges approuvé pour certains digestats de méthanisation.

QUELLES SONT LES NORMES APPLICABLES AUX FERTILISANTS ?

Pour les fertilisants minéraux : au niveau national, elles dépendent du bureau de normalisation des amendements et engrais (BNAME) ; au niveau européen, du comité européen de normalisation CEN TC 260. Pour les amendements et engrais organiques : au niveau national, le bureau de normalisation des fertilisants (BN FERTI) œuvre en délégation de l'AFNOR ; au niveau européen, c'est le comité de normalisation CEN TC 223 qui élabore les normes.

QUELLES SONT LES MENTIONS OBLIGATOIRES DEVANT FIGURER SUR L'EMBALLAGE ?

Un certain nombre d'informations doivent obligatoirement figurer sur les étiquettes des produits fertilisants normalisés. Concernant les engrais minéraux, se reporter au paragraphe Lire et comprendre l'étiquette d'un engrais minéral (page XX).

Concernant les fertilisants organiques, au-delà des informations claires sur les matières premières (origine, nature), doivent être mentionnés, exprimés en pourcent du poids brut (masse fraiche) :

- Sur les produits répondant à la norme NF U 44 051 (amendement organique) les teneurs en matière organique et en N total.
- Sur les produits normalisés NF U 42 001 (engrais organique) les teneurs en N total et en N organique, P_2O_5, et K_2O.
- Sur les produits normalisés NF U 42 001/2 (engrais organo-minéraux) les teneurs en N total et en N organique, P_2O_5, K_2O et oligos-éléments...

POUR EN SAVOIR PLUS

- www.unifa.fr / cederom pédagogique
- www.anpea.com / bname
- www.agriculture.gouv.fr/homologation matières fertilisantes
- www.afnor.org/bureaux de normalisation



Le ferticycle est un engrais répondant à la norme NF U 42 001

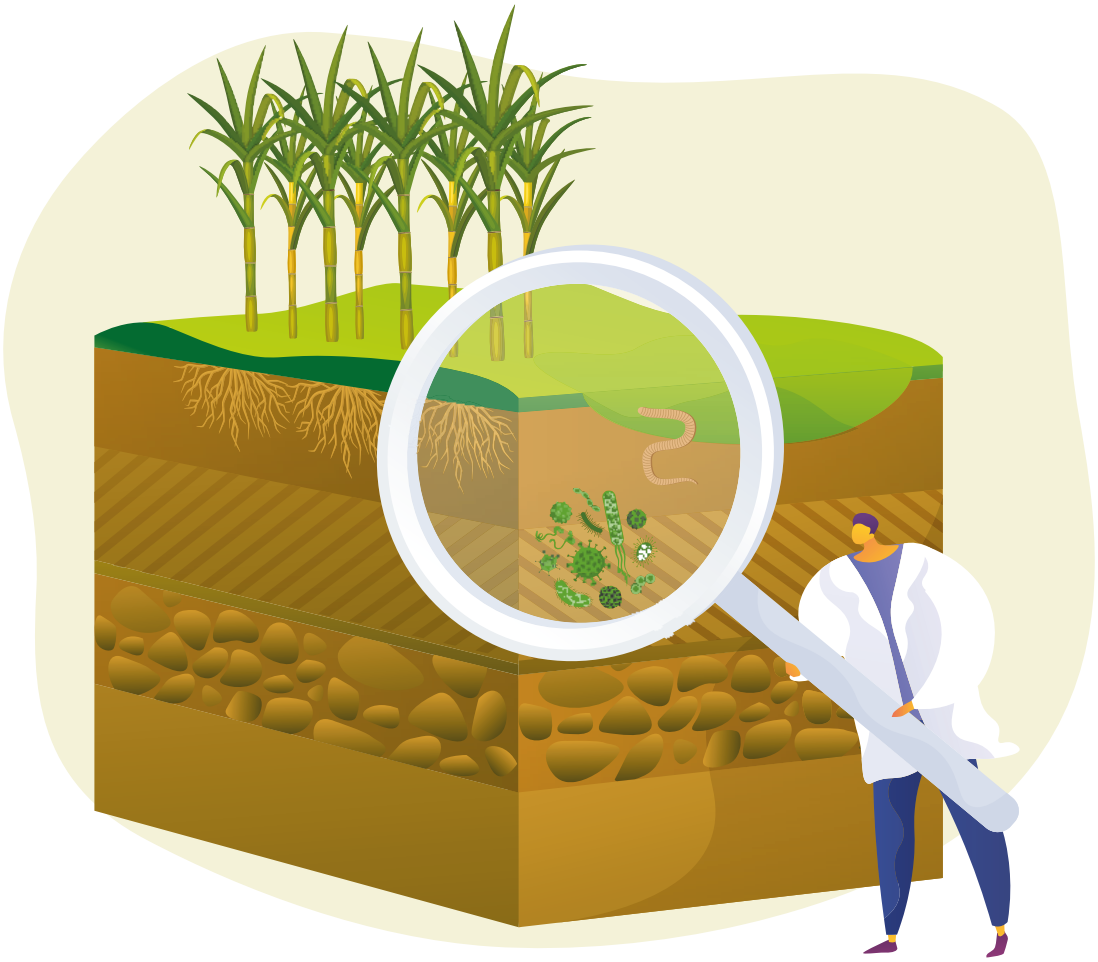
La fertilisation en agriculture biologique

Les références réglementaires européennes en AB sont : CE n°834/2007 pour le règlement cadre ; CE n°889/2008 pour le règlement d'application (production, transformation, étiquetage, contrôle) ; CE n°1235/2008 pour le règlement d'application pour les importations de pays tiers. La réglementation AB (Agriculture Biologique) s'applique au travail du sol et aux pratiques culturales qui préservent ou accroissent la matière organique, sa stabilité ainsi que la biodiversité dans le sol, ainsi qu'à la rotation pluriannuelle des cultures intégrant des légumineuses et engrais verts.

En matière de fertilisation, la réglementation AB autorise l'utilisation d'effluents d'élevage ou de matières organiques, de préférence compostées ou provenant d'élevages bio. Les effluents provenant d'élevages « conventionnels » peuvent être autorisés. Toutefois ceux provenant d'élevages industriels d'exploitations dites « hors-sol » sont interdits dans certaines conditions. Les engrais minéraux sont interdits. La quantité totale d'effluents d'élevage est limitée à 170 kg d'azote par hectare et par an pour la SAU engagée en bio.

Seuls les engrais et amendements listés en annexe I du Règlement CE N°889/2008 peuvent être utilisés. L'utilisation de micro-organismes (garantis non issus d'OGM) est autorisée pour l'activation biologique du sol et du compost.

Entretenir la fertilité du sol



La Réunion présente une très grande diversité de types de sols qui sont plus ou moins favorables aux cultures. La fertilité d'un sol est étroitement liée aux propriétés physiques (texture, structure, pierrosité et profondeur), chimiques (statut organique, capacité de rétention et acidité) et biologiques (diversité et activité des organismes vivants) des sols. Une bonne connaissance de ces propriétés contribue à opter pour les bons choix pour amender et fertiliser.

La gestion de la fertilité consiste essentiellement à agir sur les propriétés chimiques du sol, tout en intégrant les données physiques et biologiques. Les pratiques agricoles doivent permettre de préserver, voire d'améliorer ces propriétés pour obtenir des rendements satisfaisants. La capacité des sols à retenir les éléments nutritifs, pour les mettre progressivement à la disposition de la plante, conditionne la fertilité chimique. Tous ne sont pas disponibles immédiatement. Près de 80% de l'azote consommée par la canne provient du sol et non de l'engrais apporté durant l'année. Mais d'un site à l'autre, la quantité d'azote naturellement fournie par le sol peut varier de manière importante.

La maîtrise de l'acidité des sols canniers, qui atteint parfois un niveau préoccupant, est essentielle pour garantir de bons rendements et l'efficacité de la fertilisation.

Introduction

La grande diversité des sols de La Réunion

La Réunion présente 93 types de sol ou, pour être plus précis, 93 unités morphopédologiques. C'est une diversité exceptionnelle rapportée aux dimensions réduites de l'île. Elle est d'abord due à l'histoire géologique. Les sols se sont formés sur des roches d'âges différents, l'île étant constituée de deux massifs volcaniques qui se sont mis à place à des époques différentes. De plus, les sols qui se sont formés à partir de cendres volcaniques ont évolué différemment de ceux formés à partir de roches dures. Les conditions de température et de pluviométrie, qui varient beaucoup d'un endroit à un autre de l'île, influencent énormément la formation des sols et sont donc la source de leur diversité.

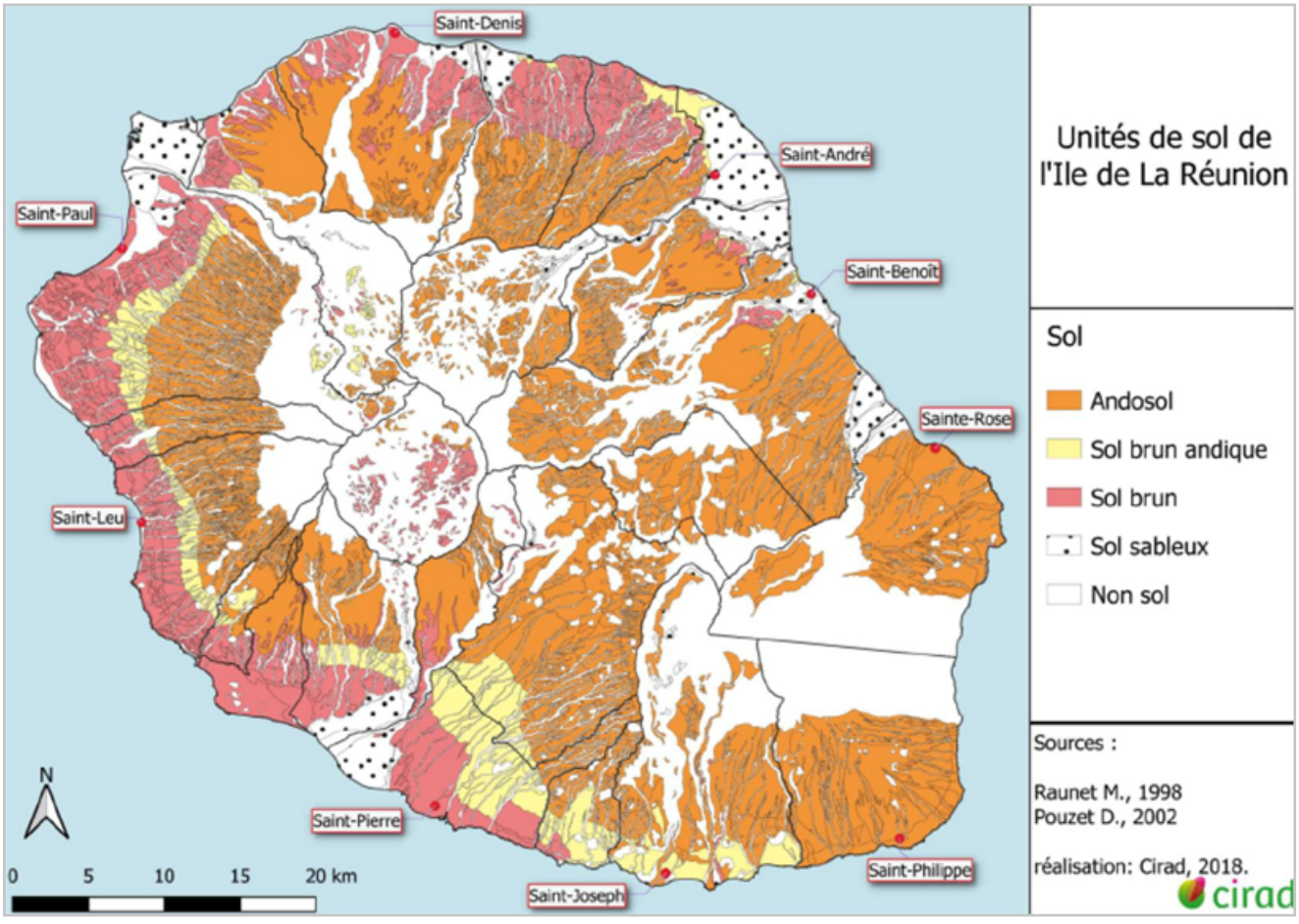
Pour appuyer le conseil agronomique, la diversité des sols de La Réunion a été simplifiée en rangeant les sols canniers en quatre grands types.

Les andosols : type le plus fréquent, les andosols sont généralement les plus jeunes. On les trouve dans les zones humides : façades Est et Sud, Hauts de l'Ouest et du Nord.

Les sols bruns andiques : après les andosols, c'est le stade suivant de l'évolution des sols à La Réunion. On les trouve le plus souvent en moyenne altitude dans l'Ouest et sur le littoral Sud.

Les sols bruns, ferrallitiques, vertiques : sols plus âgés et plus évolués. Ils se rencontrent surtout dans les zones basses du Nord et de l'Ouest. Les sols vertiques se rencontrent beaucoup plus rarement et de façon très localisées (ex. : zone de Savannah sur la commune de Saint Paul).

Les sols sableux : sols des zones alluvionnaires, au débouché des principales rivières, notamment à Saint-André, à Saint-Benoît et à Pierrefonds.



Carte des sols de La Réunion - Raunet M. 1998 / Pouzet D. , 2002, Cirad

La fertilité physique

Une des trois composantes de la fertilité du sol

La fertilité naturelle d'un sol est notamment liée à ses propriétés physiques (texture, structure, pierrosité et profondeur) qui interagissent avec ses caractéristiques chimiques et biologiques.

Les caractéristiques physiques d'un sol ont des conséquences sur sa fertilité. Elles influencent également la quantité d'eau mobilisable par la culture, la « réserve utile », une donnée très importante dans les périmètres irrigués pour calculer les quantités d'eau à apporter. Très faible dans les sols sableux (< 50 mm), la réserve d'eau utile mesurée sur un mètre de profondeur est un peu plus élevée dans les sols ferrallitiques (< 100 mm) et importante dans les sols andiques (> 100 mm). On distingue quatre propriétés physiques principales dans un sol.

LA PIERROSITÉ

Un même volume de sol peut contenir une quantité d'éléments minéraux et d'eau, utiles à la plante, très variable d'un champ de canne à l'autre. Démonstration en a été faite lorsqu'on compare les contenus de deux seaux de même taille, remplis pour l'un à Sainte-Rose et pour l'autre à Sainte-Marie : le premier contient deux fois plus de roches que le second.

Si elle constitue un volume mort et un aspect contraignant pour la mécanisation, la roche (en blocs, en galets ou en graviers) n'a pas que des inconvénients. Elle aère le sol, limite le risque de compaction, favorise l'infiltration des eaux de pluie…

Selon la manière dont ils se sont formés, les sols de l'île présentent des niveaux de pierrosité très différents. Les andosols du périmètre cannier atteignent 30 % de pierrosité en moyenne alors que celle des sols ferrallitiques n'est généralement que de 5 %.

LA TEXTURE

La texture d'un sol est déterminée par la taille des particules de terre fine qui le composent : sable, limon et argile, du plus gros au plus fin. A l'exception des sols sableux localisés, la texture des sols réunionnais est généralement fine, à dominante limoneuse ou argileuse.

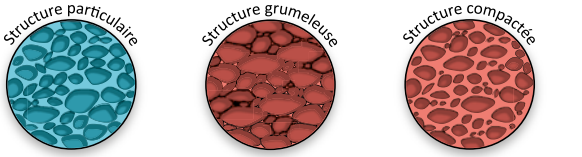
Les sols bruns et ferrallitiques ont une texture argilo-limoneuse (typiquement 45 % de limon, 45 % d'argile, 10 % de sable), les sols andiques une texture limoneuse.

Du fait de cette homogénéité pour la grande majorité des sols de La Réunion, la mesure de la granulométrie du sol, qui permet de déterminer sa texture, n'est pas un critère de qualité très pertinent ni vraiment utilisé sur l'île.

LA STRUCTURE

La manière dont sont agencées les particules et les agrégats de terre fine définit la structure d'un sol. La structure naturelle du sol et la manière dont il est travaillé le rendent plus ou moins compact, aéré et poreux. La mécanisation a tendance à compacter le sol d'une parcelle, même si un travail du sol raisonné peut permettre de le décompacter.

La présence importante d'organismes vivant comme les vers de terre tend également à aérer et décompacter les sols. La structure du sol a un impact important sur la rétention et la circulation de l'eau et des éléments nutritifs dans le sol et donc sur l'alimentation hydrique et minérale de la plante.

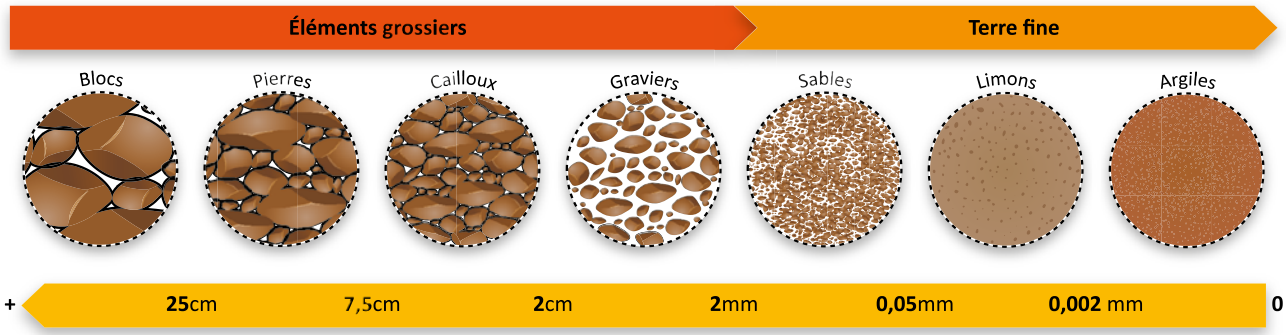


Sols sableux	Sols bruns et ferralitiques	
Bien aérée mais ne retient pas l'eau	Structure idéale	Risque de compaction conduisant à une mauvaise circulation de l'eau et de l'air

D'après Soltner, 2000

LA PROFONDEUR

Si le sol n'atteint pas 50 cm de profondeur, le volume exploré par les racines est faible et limite l'alimentation hydrique et minérale. Un sol riche en terre fine, peu pierreux mais dont la profondeur est faible, aura un potentiel de fertilité limité. A La Réunion, la profondeur des sols, très variable et fortement déterminée par leur localisation, reste le plus souvent inférieure à 1 ou 2 mètres.



La fertilité biologique

Favoriser la vie dans son sol

Les caractéristiques biologiques d'un sol – liées à la présence des organismes vivants – ont des effets importants sur les qualités physiques et chimiques de ce dernier.

Un sol contient une très grande diversité d'organismes vivants : bactéries, champignons, organismes unicellulaires, vers de terre, nématodes, myriapodes, insectes, mollusques, araignées... ainsi que la partie souterraine des plantes. La masse de ces organismes vivants est généralement de l'ordre de 15 tonnes à l'hectare, sur les 20 à 30 premiers centimètres de sol.

Le premier et principal service rendu par les organismes vivants est l'incorporation au sol de la matière organique apportée, sa stabilisation ou mais aussi sa minéralisation. Les organismes vivants utilisent la matière organique comme source d'énergie et d'éléments nutritifs ; un rôle crucial qui a des conséquences très importantes sur les caractéristiques physiques et chimiques du sol ainsi que sur la mise à disposition des éléments nutritifs pour la plante.

- Les organismes vivants du sol participent ainsi à sa structuration par le déplacement de la matière organique dans le sol (en particulier les vers de terre) ainsi que par son morcellement et son mélange avec la fraction minérale du sol. Ils créent de la porosité favorisant la circulation de l'eau et de l'air dans le sol ;
- Grâce à leur intense activité, ils sont aussi capables d'en modifier les caractéristiques chimiques , en particulier son degré d'acidité et la composition de « l'atmosphère » du sol ;
- En minéralisant une partie de la matière organique, les organismes du sol mettent les éléments nutritifs contenus dans la matière organique à disposition de la plante, l'azote en particulier. Ils régulent la disponibilité des nutriments, en lien avec le cycle de vie des micro-organismes.

La biodiversité est un atout majeur pour un sol. La présence d'un grand nombre d'organismes différents assurant une fonction identique ou complémentaire garantit le maintien de cette fonction : quand un organisme ne l'assure plus, les autres prennent le relais. De plus, une diversité importante d'organismes permet d'assurer les nombreuses fonctions qui soutiennent la fertilité du sol.

Précieuse matière organique

La matière organique présente dans le sol résulte de la dégradation partielle de la matière vivante dont le premier composant est le carbone : la biomasse des feuilles tombées au sol, des racines mortes, les animaux morts...

La matière organique joue plusieurs rôles :

- premier maillon de la chaîne alimentaire de la microfaune du sol, elle nourrit notamment les microorganismes et les vers de terre qui jouent un rôle central dans le fonctionnement biologique des sols ;
- c'est un réservoir de nutriments qui en se dégradant progressivement participe à la nutrition des plantes ;
- elle améliore la structure du sol, en favorisant l'agrégation des particules de sol ;
- elle a une capacité propre à retenir l'eau et les éléments minéraux.



Des vers de terre nombreux et variés quel que soit le mode de fertilisation

Une étude de suivi des populations de vers de terre sur l'essai Soere Pro Réunion (cf. partie 3), sur la station du Cirad de La Mare, a fait progresser la connaissance locale au sujet de ces organismes vivants qui contribuent à la fertilité du sol. Des mesures du nombre, de la masse et de la diversité des vers de terre ont été effectuées dans la parcelle en 2013, 2016 et 2019. Elles montrent que les vers de terre sont plus présents en saison humide qu'en saison sèche et lorsque le sol est couvert par une végétation importante, comme la canne après quelques mois en repousse.

Le nombre (25 à 140 vers/m2), la masse (5 à 40 g/m2) et la diversité (11 espèces différentes retrouvées, avec un accroissement du nombre d'espèces avec le temps) des vers de terre retrouvés se sont avérés dans la norme d'une estimation récente faite à l'échelle mondiale.

La présence de vers de terre appartenant aux trois grands groupes fonctionnels (épigés, endogés et anéciques) a été observée, ce qui est propice à une bonne incorporation de la matière organique dans le sol et à sa bonne minéralisation. Ces bons résultats ont été obtenus pour toutes les modalités de fertilisation testées (engrais de synthèse, lisiers de porcs, fientes de volailles et boues d'épuration urbaine).

La fertilité chimique

La CEC, le garde-manger du sol

La capacité du sol à retenir les éléments nutritifs pour les mettre progressivement à la disposition de la plante est un des principaux paramètres qui détermine la fertilité chimique

Le pilotage de la fertilité d'un sol consiste avant tout à actionner les leviers de la fertilité chimique de ce dernier. Les propriétés physiques et biologiques jouent en complément un rôle important sur la structuration du sol, la circulation et la rétention de l'eau ainsi que sur l'incorporation et la minéralisation de la matière organique.

La fertilité chimique est notamment liée à la Capacité d'Echange Cationique (CEC). La CEC peut être définie comme le « garde-manger » du sol pour plusieurs nutriments de la canne que sont le calcium, le magnésium, le sodium et bien sûr le potassium. Elle est conditionnée par les échanges entre la partie solide du sol et l'eau qui y circule, dans laquelle la plante puise ses nutriments. Quand le garde-manger se vide, la plante ne peut plus assurer son développement optimal et peut même souffrir de carence : la fertilisation visera à le réapprovisionner.

La taille du garde-manger varie selon la nature du sol. Elle est plus importante dans les sols bruns que dans les andosols ou les sols ferrallitiques (voir infographie ci-dessous). Cela est principalement dû à l'acidité plus modérée des sols bruns par rapport aux autres types de sols.

Le lien entre la capacité de rétention et l'acidité d'un sol est en effet très étroit. Plus le pH d'un sol est élevé, plus la CEC est importante. Inversement, à mesure que le pH baisse (donc que l'acidité augmente) la taille et le niveau de remplissage du garde-manger diminue. Les nutriments présents dans l'eau du sol qui sont emportés par les eaux de pluie qui s'infiltrent, ou qui sont absorbés par les racines, sont alors de moins en moins bien remplacés par leurs homologues stockés sur la CEC. Dans un sol qui s'acidifie, la plante aura donc de plus en plus de mal à s'alimenter.

Argent liquide et compte en banque

« *La capacité de rétention des éléments nutritifs du sol, qu'on appelle aussi disponibilité, peut être appréhendée avec la même logique que la gestion de notre argent. Les quelques pièces que nous avons en poche sont immédiatement disponibles mais notre argent se trouve principalement sur un compte en banque, qu'on ne peut généralement pas mobiliser aussi rapidement.*

Tout l'enjeu de la bonne gestion de la fertilité chimique du sol est de permettre une bonne circulation des éléments entre le compte en banque et la poche, pour assurer une alimentation efficace de la plante tout en limitant les pertes vers l'environnement ».

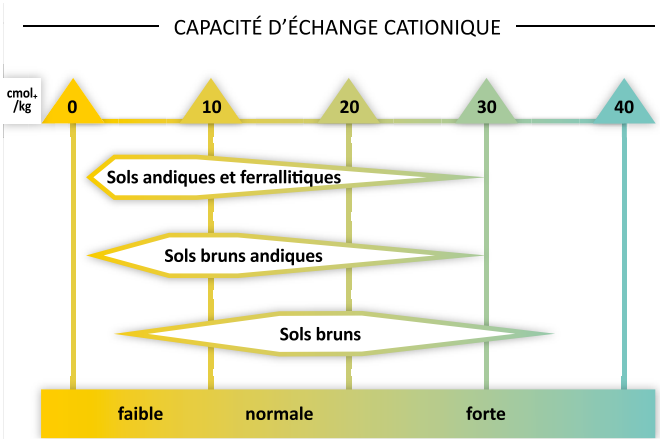
Cécile Nobile (Cirad)

Bien prélever les échantillons

La CEC est déterminée en laboratoire sur des échantillons de sol des parcelles cultivées. Les analyses sont réalisées au laboratoire du Cirad. Ces prélèvements, effectués de préférence au moyen d'une tarière, doivent respecter quelques principes de bonnes pratiques afin que les analyses réalisées sur l'échantillon aient du sens. Il faut prélever du sol sur une profondeur de 30 cm ; ce geste est à répéter 15 fois à l'hectare, en procédant en diagonale ou en Z. Si la parcelle présente une petite zone très différenciée (excès d'eau récurrent, flore particulière...), mieux vaut ne pas l'inclure dans l'échantillonnage. Par contre, si la parcelle se subdivise en plusieurs zones distinctes et de surface approximativement équivalente, mieux vaut constituer un échantillon indépendant pour chaque zone.



Profil d'un andosol caractéristique de La Réunion



La CEC des sols andiques est souvent réduite (< 10 cmol/kg), à l'inverse celle des sols bruns est nettement plus élevée (la moitié ont une CEC comprise entre 15 et 21 cmol/kg).

L'acidité du sol

À maîtriser absolument

Si la canne a régulièrement besoin des éléments nutritifs apportés par les fertilisants, la plupart des sols canniers de l'île ont besoin de recevoir des amendements chaulants pour corriger leur acidité, qui a de nombreux effets négatifs sur la culture.

L'acidité du sol, qui est déterminée par la mesure du pH, correspond à la concentration d'un élément, le l'ion H+, dans l'eau du sol. Plus il y a d'ions H+, plus le pH est faible et plus le sol est acide.

L'acidité du sol peut limiter la croissance des plantes de différentes manières. La capacité de rétention du calcium, du magnésium et du potassium est la première propriété du sol à être affectée. Cela se traduit par une moins bonne alimentation de la plante en ces trois éléments. Lorsque le pH continue de baisser, l'aluminium devient de plus en plus soluble au point de devenir toxique pour la plante.

D'un point de vue biologique, l'activité bactérienne est fortement amoindrie, ce qui se traduit par une moins bonne minéralisation de la matière organique. Une forte acidité peut enfin fragiliser la structure du sol et ainsi favoriser sa compaction et les phénomènes d'érosion.

Qu'il soit basé sur l'apport d'amendements chaulants minéraux (chaux, cendres…) ou de fertilisants organiques présentant un pouvoir alcalinisant (compost d'effluents d'élevages, par exemple), le chaulage régulier est une pratique indispensable au maintien d'un pH modérément acide, permettant au sol d'exprimer au mieux son potentiel de fertilité.

Contrairement à une idée reçue, la chaux n'altère pas l'activité biologique du sol. Le chaulage n'est pas une pratique néfaste pour les organismes du sol, même avec des doses d'apport supérieures à 2 tonnes à l'hectare. De même, il faut savoir que l'effet des amendements chaulants sur le pH du sol ne dure que quelques années. Une analyse régulière de son sol permet de savoir quand et en quelle quantité les apports doivent être renouvelés. La plantation est la période la plus propice à la réalisation d'un chaulage. Un nouvel apport en repousse peut cependant être nécessaire, notamment lorsque la replantation est retardée.

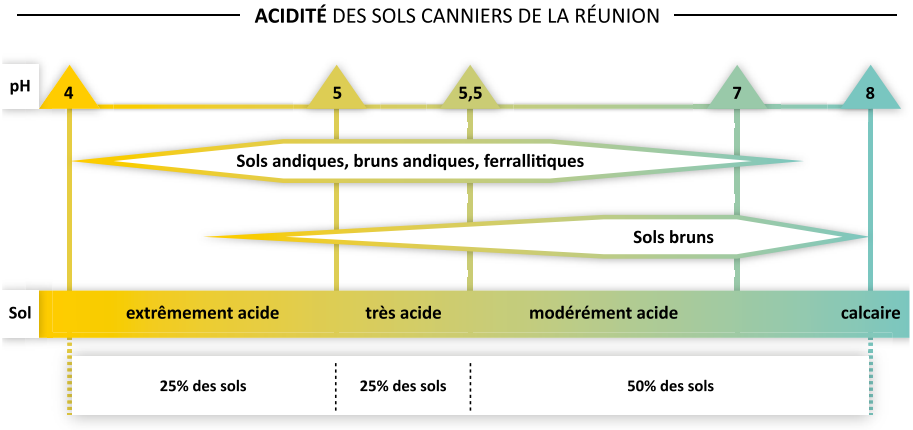
Sols canniers à La Réunion : un niveau d'acidité préoccupant

Même si la canne à sucre est très tolérante à l'acidité du sol, cette dernière est une source de préoccupation. Si, dans les sols bruns, on mesure généralement un pH satisfaisant, la moitié des sols canniers de l'île ont un pH inférieur à 5,5, valeur en dessous de laquelle il est généralement considéré que le rendement d'une culture est affecté. Le pH est même inférieur à 5 – une acidité très élevée - pour un quart des sols canniers.

Dans ces situations, l'acidité est rarement le seul fait de la nature. En faisant l'impasse sur le chaulage ou en apportant trop peu d'amendements, les planteurs s'attaquent à « l'épargne » du sol en nutriments essentiels à la canne. Lorsque le sol est trop acide, il n'est même plus en mesure de stocker les nutriments qu'on lui apporte.



Profil d'un sol brun de la zone Nord de l'île



Amendements chaulants

La VN, une donnée essentielle

Les taux de calcium et magnésium sont à considérer, mais aussi la valeur neutralisante (VN), qui indique la capacité à remonter le pH du sol et détermine donc la quantité à apporter.

Un des exercices proposés aux participants du séminaire Rita s'appuyait sur le cas d'une correction de l'acidité d'une parcelle, à Mahavel (Saint-Pierre). Sur cette parcelle dont le sol présentait au démarrage de l'essai un pH de 4,5 , la première partie de l'exercice consistait à déterminer le meilleur amendement chaulant pour redresser l'acidité du sol, parmi ceux disponibles.
A cette occasion, a été rappelée une information agronomique de base : la première caractéristique d'un produit chaulant à prendre en compte est sa valeur neutralisante (VN). Exprimée en pourcentage par rapport à la chaux, elle indique la capacité relative d'un produit à remonter le pH d'un sol, ce qui est indispensable pour calculer la quantité à apporter et donc le coût de revient de l'opération. L'outil Serdaf (cf. 4e partie) inclut une table des valeurs neutralisantes des principaux amendements calco-magnésiens, les fournisseurs devraient systématiquement préciser la « VN » des produits qu'ils commercialisent.
Exemple : une chaux magnésienne avec une valeur neutralisante de 96 nécessite un apport deux fois moindre que l'Actifort, qui a une VN de 48. Même si la chaux est plus chère que l'Actifort (556 € la tonne contre 435 €), le coût de l'apport de chaux sera nettement moins élevé que celui d'un apport d'Actifort (2 000 € à l'hectare contre 2 925 €).
Dans un second temps, il faut étudier le déficit du sol en calcium et en magnésium de manière à choisir le produit chaulant qui le résoudra le mieux : certains produits sont plus riches en magnésium, d'autres plus riches en calcium.
La parcelle de démonstration de Mahavel, suivie par Emmanuelle Goux, technicienne à la Chambre d'agriculture, démontre par ailleurs que, contrairement à une règle généralement admise, il est possible et parfois recommandé d'apporter plus de deux tonnes de chaux à l'hectare si l'acidité d'une parcelle est vraiment trop importante.
Dans ce domaine, les doses préconisées par Serdaf s'avèrent même plutôt sous-estimées. Si le coût d'une telle opération dépasse la capacité d'investissement d'un planteur à l'instant t, il ne faut pas y renoncer pour autant et répartir l'apport sur deux ou trois épandages.

Chaux : attention aux conditions de stockage

La chaux est souvent l'amendement le plus rentable du fait de sa forte valeur neutralisante. Elle peut toutefois perdre de sa qualité si elle est stockée trop longtemps. Cela peut être vérifié en pesant les big-bags. Si leur poids est plus élevé que le poids indiqué par le fabricant, le produit a été stocké trop longtemps ou dans de mauvaises conditions ; il a capté du CO2 provenant de l'air, ce qui lui fait perdre de l'efficacité en abaissant sa valeur neutralisante.



Epandage de chaux magnésienne à St Pierre avant labour du terrain et replantation

Fertilisants organiques Un levier sous-estimé de redressement de l'acidité du sol

Pourra-t-on un jour se passer des amendements chaulants calco-magnésiens, issus de ressources non renouvelables et importés à des prix élevés ? Ce n'est pas impossible. A La Réunion, les propriétés des cendres de bagasse pour redresser l'acidité du sol sont désormais bien connues et ces sous-produits des centrales thermiques de Bois-Rouge et du Gol, largement utilisés, se substituent déjà partiellement à la chaux.

Des essais récents ont montré que divers fertilisants organiques semblent également capables de participer au redressement du pH du sol. Sur un sol de prairie en altitude, alors qu'une fertilisation minérale a fait chuter le pH de plus d'une unité, l'utilisation de deux modes de fertilisation organique (lisier et fumier ou compost de bovins) l'a au contraire remonté. Sur un autre essai en maraîchage, avec deux cycles de culture annuels et où l'apport d'engrais minéral maintenait le sol à un pH de 5,5 des apports 7 années durant de composts de fumier de volailles ou de lisier de porcs épandus à raison de 15 à 30 tonnes par hectare ont fait remonter le pH autour de 7.

Enfin, sur l'essai Tero (voir partie 3), qui teste divers fertilisants organiques, on constate après 5 ans sur le site de La Mare une nette remontée du pH, notamment avec du compost de déchets verts ou des écumes de sucrerie apportés à doses élevées.

Si les connaissances ne sont pas encore suffisantes pour piloter la fertilisation organique dans le but de redresser le pH des sols, ces premiers résultats incitent à poursuivre les recherches.

Entretenir la fertilité azotée d'un sol

La plus grande partie de l'azote consommé par la canne provient du sol et non de l'engrais apporté durant l'année. La disponibilité de l'azote varie selon les propriétés du sol.

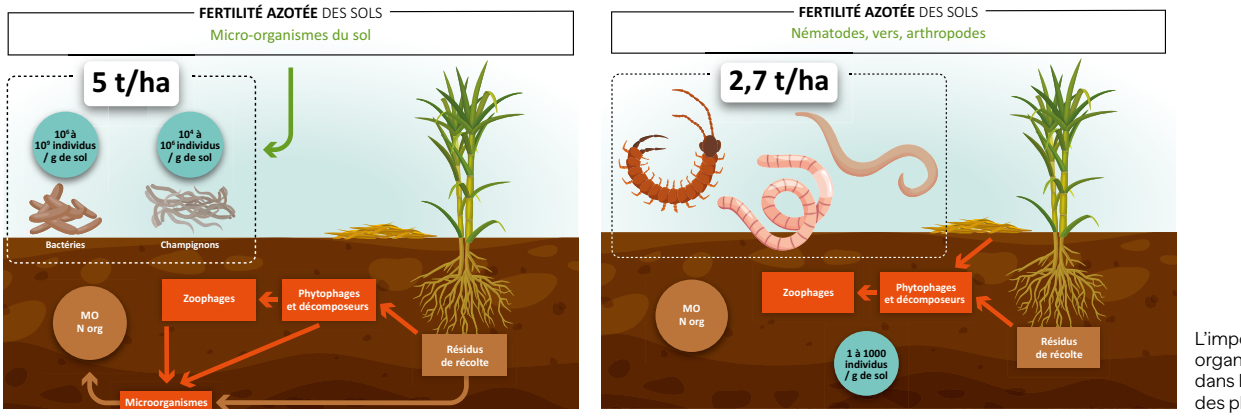
Le sol est le pilier de la nutrition azotée de la canne. Environ 80 % de l'azote consommé par la canne provient du sol et non de l'engrais apporté durant l'année ! Mais d'un site à l'autre, cette quantité d'azote fournie par le sol peut varier de 50 à 150 kilos par hectare. Une simple analyse de terre au laboratoire n'est pas suffisante pour estimer la fourniture en azote d'un sol. Celle-ci fait par exemple abstraction de la pierrosité, qui détermine la quantité de terre pour un volume de sol donné. Un sol fertile mais plein de pierres fournira des quantités d'azote limitées.

Afin d'être disponible pour les cultures, l'azote du sol, très majoritairement sous forme organique, doit être minéralisé par les micro-organismes. Les bactéries et champignons sont des acteurs capitaux de la fertilité des sols. Ils transforment l'azote organique présent en azote minéral qui est le principal élément nutritif nécessaire à la croissance des cultures. La fourniture du sol en azote par ces micro-organismes est fortement influencée par les conditions pédoclimatiques de la parcelle, humidité et température élevées favorisant l'activité biologique.

L'activité microbienne de minéralisation de la matière organique peut également être ralentie par des pH trop bas (des sols trop acides), la fourniture en azote pour les cultures est plus limitée dans de telles conditions.

Les propriétés physiques, chimiques et biologiques pour un même type de sol étant très variables d'un site à l'autre, il est complexe pour un agriculteur d'estimer la quantité d'azote disponible sur une parcelle donnée. Des outils d'aide au pilotage de la fertilisation sont là pour l'y aider (voir partie 4).

Le raisonnement de la fertilisation commence d'abord par l'entretien de la fertilité azotée du sol, en actionnant plusieurs leviers : limiter la compaction, garantir des apports de matières organiques (gestion du paillis de canne, fertilisation et amendements organiques, ...) et favoriser l'activité biologique de ce sol.



L'importance des organismes vivants dans la nutrition azotée des plantes

Sainte-Marie, Sainte-Rose : deux sols très différents mais une fertilité azotée quasiment identique

Pour déterminer le besoin en fertilisation azotée d'une parcelle, il faut d'abord estimer la quantité d'azote que le sol est en mesure de mettre à disposition de la canne, c'est-à-dire l'azote disponible du sol. Celui-ci varie selon les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols.

Un sol ferrallitique de Sainte-Marie contient ainsi, en proportion, deux fois plus de terre fine qu'un sol andique de Sainte-Rose. Mais la quantité d'azote est globalement deux fois plus élevée dans le sol de Sainte-Rose parce que la concentration en azote de la terre d'un andosol est quatre fois plus forte que pour un sol ferralitique.

Cet azote est-il disponible pour la canne ? La disponibilité dépend en partie de la capacité de minéralisation de l'azote organique par les micro-organismes du sol. Il est presque deux fois plus important dans un sol ferralitique que dans un sol andique.

Le climat (température et pluviométrie) joue aussi un rôle sur cette capacité de minéralisation de l'azote. Après 200 jours de culture, la minéralisation est supérieure dans le sol andique de Sainte-Rose, qui reçoit plus de précipitations que le sol ferrallitique de Sainte-Marie. Toutefois, une bonne irrigation de ce dernier permettrait de rattraper le décalage lié aux différences de précipitations.

Ces différents effets se contrebalançant, la fertilité azotée de ces deux sites est finalement très proche, capable de fournir à la canne environ 100 unités d'azote par hectare, malgré la nature très différente des deux sols.

Phosphore

Comment le rendre plus disponible pour la canne ?

Naturellement très présent dans les sols de La Réunion, le phosphore est généralement peu disponible pour la plante. Une bonne gestion de l'acidité du sol permet d'améliorer cette disponibilité.

Indispensable complément de l'azote et du potassium pour la croissance de la canne, le phosphore est, en quantité, le quatrième élément nutritif accumulé dans la canne à sucre. Il est un élément constitutif de nombreuses molécules essentielles au fonctionnement de la plante.

Le phosphore est naturellement très présent dans les sols de La Réunion, mais peu disponible pour la plante. Il est très peu présent dans la solution du sol (l'eau qui y circule) car il est fixé par la partie solide, qui représente le garde-manger des éléments nutritifs. Qu'il soit apporté par des fertilisants organiques ou par des engrais minéraux, le phosphore se retrouve essentiellement sous forme minérale (le phosphate). Pour alimenter la plante, le phosphore stocké dans ce garde-manger devra d'abord passer dans la solution du sol.

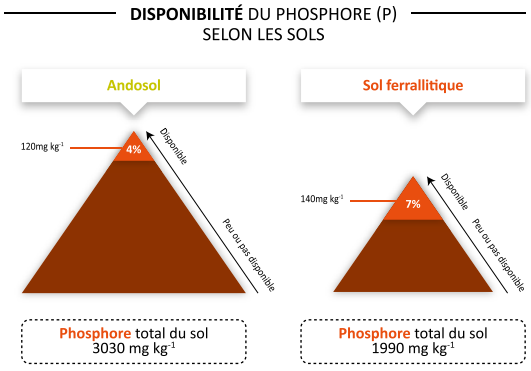
Il existe toutefois d'importantes différences de disponibilité du phosphore selon la nature du sol. Les andosols sont ceux qui contiennent souvent le plus de phosphore, mais leur très forte capacité à le fixer se traduit par une disponibilité très faible (environ 5 % du phosphore total). Les sols ferrallitiques, qui le fixent moins, ont une proportion de phosphore disponible un peu plus importante (7 %).

Conséquence : une fertilisation identique apporte moins de phosphore disponible sur les andosols et les sols bruns andiques que sur les sols ferrallitiques et les sols sableux.

L'acidité joue également un rôle important sur la disponibilité du phosphore dans le sol et donc la capacité de la canne à l'absorber. Des mesures ont montré que sur un sol très acide (pH de 4,5), la fertilisation phosphatée n'est pas efficace, la plante n'arrivant pas à accéder au phosphore qu'on lui apporte. Sur un sol au pH plus élevé (5,1), la plante y parvient mieux. Il est donc d'autant plus important de maîtriser cette acidité et de la redresser si elle est trop prononcée.

Le phosphore dans Serdaf : des améliorations à venir

Pour définir la dose d'engrais phosphatés à apporter sur une parcelle, l'outil Serdaf (voir partie 4) prend en compte la nature du sol et son acidité. Il en déduit le pouvoir fixateur en phosphore et détermine en conséquence la dose à apporter à l'hectare. La révision de la typologie des sols canniers et la détermination récente de la réponse de la canne à l'apport de phosphore pour ces différents types de sol devraient permettre d'améliorer le conseil de fertilisation phosphatée actuellement proposé par Serdaf.



Les multiples vertus des fertilisants organiques pour la fertilisation phosphatée

Les fertilisants organiques contiennent tous du phosphore, dans des proportions variables, en partie disponible pour la plante. C'est cette seule approche quantitative qui est aujourd'hui considérée dans les conseils de fertilisation phosphatée basée sur des apports de fertilisants organiques. Pourtant, les recherches en cours montrent que les apports de fertilisants organiques sont également capables d'augmenter le pH et la teneur en matière organique des sols. Ces deux effets améliorent la disponibilité du phosphore initialement contenu dans le sol et de celui apporté par les fertilisants.

Cela a été démontré à La Réunion sur un andosol de la Plaine-des-Cafres occupé par une prairie. De là à penser que ces effets complémentaires des fertilisants organiques pourraient être pris en compte dans le raisonnement de la fertilisation phosphatée de la canne, il n'y a qu'un pas ! Un important travail de recherche et d'expérimentation reste néanmoins nécessaire pour confirmer ces résultats, et traduire cela pour le conseil technique sur le terrain.



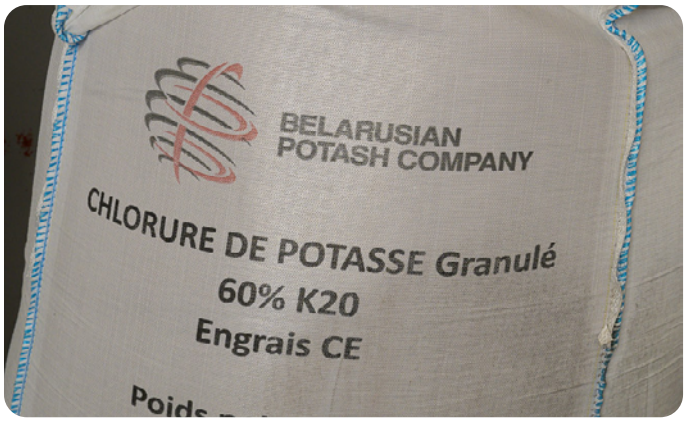
Les écumes de sucrerie sont un amendement organique riche en phosphore.

Potassium

Des valeurs à surveiller

Massivement consommé par la canne, le potassium disponible est présent dans des quantités très variables dans les sols de La Réunion. Comme le phosphore, il est d'autant moins disponible que le sol est acide.





On préférera le sulfate de potasse (à gauche) au chlorure de potasse (à droite), le chlore pouvant avoir un effet négatif sur la vie du sol.

Le potassium (K) est le premier élément nutritif accumulé dans la canne à sucre : il représente 0,6 % de la masse totale sèche de la plante. Il intervient dans de nombreux processus biologiques et favorise notamment l'accumulation de saccharose dans la canne.

Quand la proportion de potassium est insuffisante, selon la « loi du minimum », le rendement de la culture est affecté par cette insuffisance, que les autres éléments ne peuvent compenser. Il est donc indispensable que la canne puisse trouver dans le sol du potassium disponible en quantité suffisante pour satisfaire son appétit !

En plus du potassium présent en quantité infime dans la solution du sol, l'essentiel de la fraction disponible pour la plante est lié à la capacité d'échange cationique (CEC), le garde-manger. C'est à la fois la quantité totale de potassium présent sur la CEC et la proportion de potassium rapportée aux autres éléments présents (calcium, magnésium et sodium), qui doivent être correctes pour bien alimenter la canne.

Ces deux paramètres sont donnés par l'analyse de sol et pris en compte dans le conseil de fertilisation potassique délivré par Serdaf (voir partie 4). Dans les sols réunionnais, ces deux paramètres varient beaucoup et sont trop faibles pour près de la moitié des sols canniers de l'île.

Si la variabilité de la disponibilité du potassium s'explique en partie par les propriétés naturelles des sols, l'acidité marquée d'une bonne partie d'entre eux et les impasses parfois observées sur la fertilisation sont pour beaucoup dans ce constat.

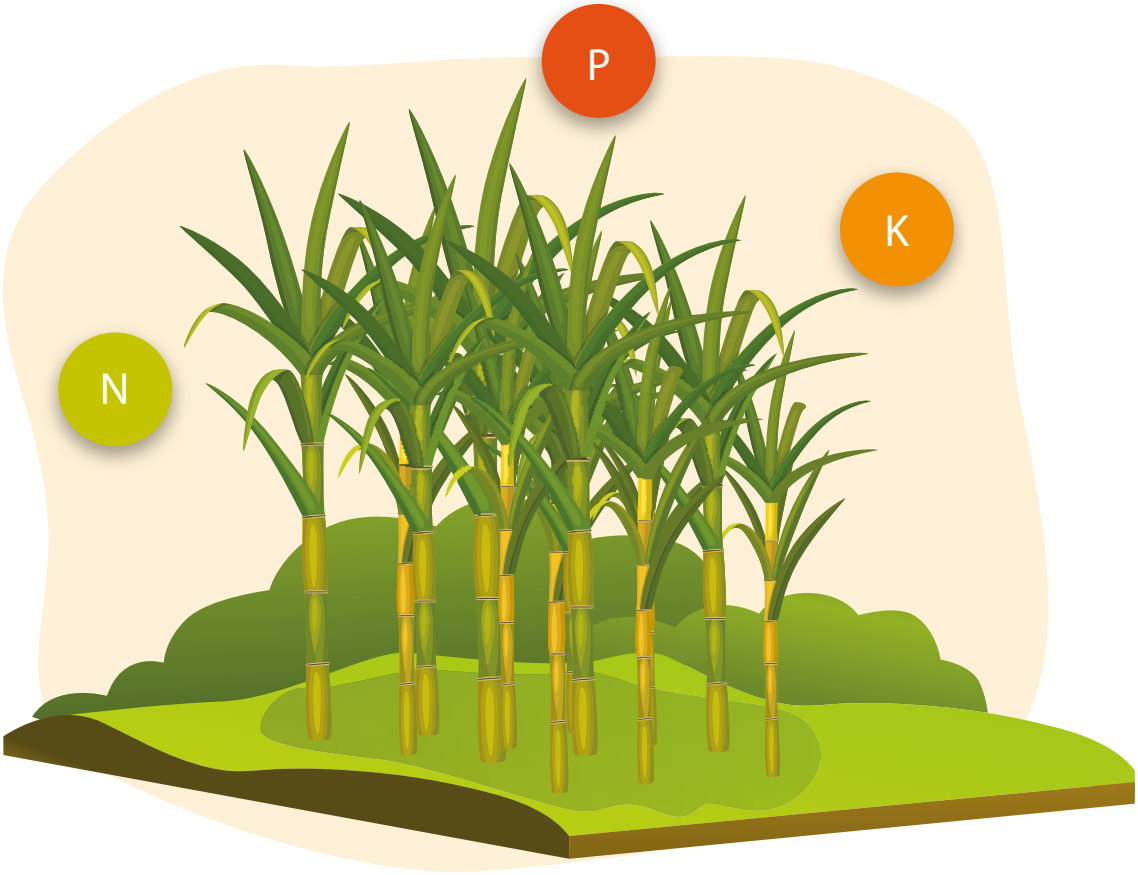
Le potassium étant massivement consommé par la canne (trois fois plus que l'azote), la réserve du sol peut être rapidement épuisée si la fertilisation en K est insuffisante. De plus, quand les sols sont trop acides, la fertilisation est moins efficace car le potassium apporté est difficilement stocké sur la CEC et le risque qu'il soit entraîné par les eaux de pluie qui s'infiltrent dans le sol est fort.

En plus d'une fertilisation régulière et correctement dosée, la maîtrise de l'acidité de son sol contribue donc également à préserver le potassium disponible pour la plante.

Caractéristique	Valeur	Min. souhaité	Faible--	Faible	Moyen	Fort	Fort++
pH H2O	5.9	5.50					
pH KCl	5.12						
N g/kg de sol sec	5.57	5.80					
Nmin kg/ha/an	137.16	150.00					
C g/kg de sol sec	86.39	67.00					
C/N	15.52	12.00					
P mg/kg de sol sec	79.92	200.00					
K cmol(+)/kg de sol sec	0.22	0.40					
Ca cmol(+)/kg de sol sec	3.29	1.50					
Mg cmol(+)/kg de sol sec	2.04	0.50					
Na cmol(+)/kg de sol sec	0.16	0.04					
S. bases cmol(+)/kg de sol sec	5.71						
CEC cmol(+)/kg de sol sec	8.33	10.50					
sat %	68.6	76.00					
KCEC %	2.59	4.00					
Mg/Ca	0.62	0.50					
Fe mg/kg de sol sec							
Mn mg/kg de sol sec							
Zn mg/kg de sol sec							
Cu mg/kg de sol sec							

Extrait d'une analyse de sol de Petite Ile. Le potassium (K) disponible pour la canne varie de 0,01 à 2 cmol, voire de 0,1 à 1 pour la moitié des sols. Et la part de K dans la CEC varie de 1 à 18%. Or la canne a de gros besoins de K. C'est un paramètre à suivre attentivement

Alimenter la canne selon ses besoins



Bien alimenter la canne, c'est satisfaire la totalité de ses besoins par une fertilisation au bon moment, au bon endroit, à la juste dose et avec les bons fertilisants.

- Au bon moment : la canne a ses plus forts besoins en azote (N) au moment de sa phase de grande croissance (en général entre le troisième et le cinquième mois après coupe).
- Au bon endroit : en tenant compte du développement racinaire, en réfléchissant à l'enfouissement de l'engrais.
- À la juste dose : en quantité suffisante pour couvrir les besoins des trois macro-éléments N, P et K tout en limitant les pertes.
- Avec les bons fertilisants : ils doivent répondre aux besoins de la plante dans les proportions préconisées par le conseil en fertilisation, et exploiter au mieux l'efficacité des fertilisants organiques sur la canne.

La croissance et les besoins de la canne

La première étape, la levée de la première tige de la canne, intervient entre un mois et un mois et demi après la récolte ou la plantation.

Pour être optimale, la levée implique que la bouture ne soit pas trop profondément enfouie, afin que la plante atteigne la surface sans difficulté. A la plantation, 15 cm est une épaisseur maximale de terre au-dessus de la bouture. Le sol doit être dans un état hydrique satisfaisant dès la levée car l'eau véhicule les éléments nutritifs puisés par la plante. Ce qui signifie : ni trop, ni trop peu. Si le manque d'eau limite la croissance de la plante, un sol saturé d'eau a pour conséquence d'asphyxier les racines naissantes. La canne tolère relativement bien des conditions extrêmes mais sur de courtes périodes.

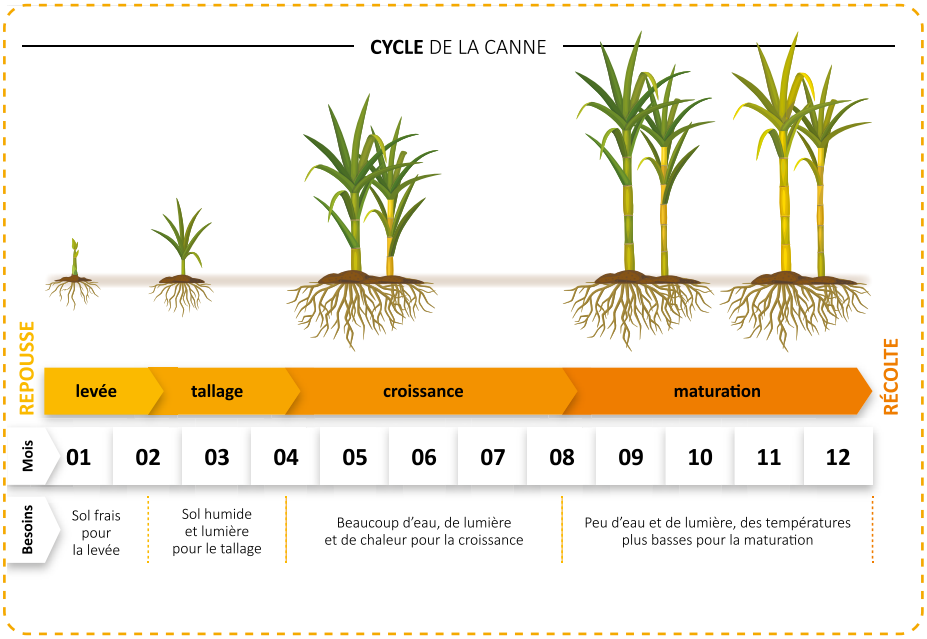
Une bonne préparation du sol favorise la levée en aidant la plante à développer son système racinaire lui permettant d'absorber facilement les éléments nutritifs dont elle a besoin. Un décompactage de terrain est parfois conseillé. Ainsi que l'émiettement des mottes, car la présence de terre fine améliore le contact boutures/sol, et accélère la germination.

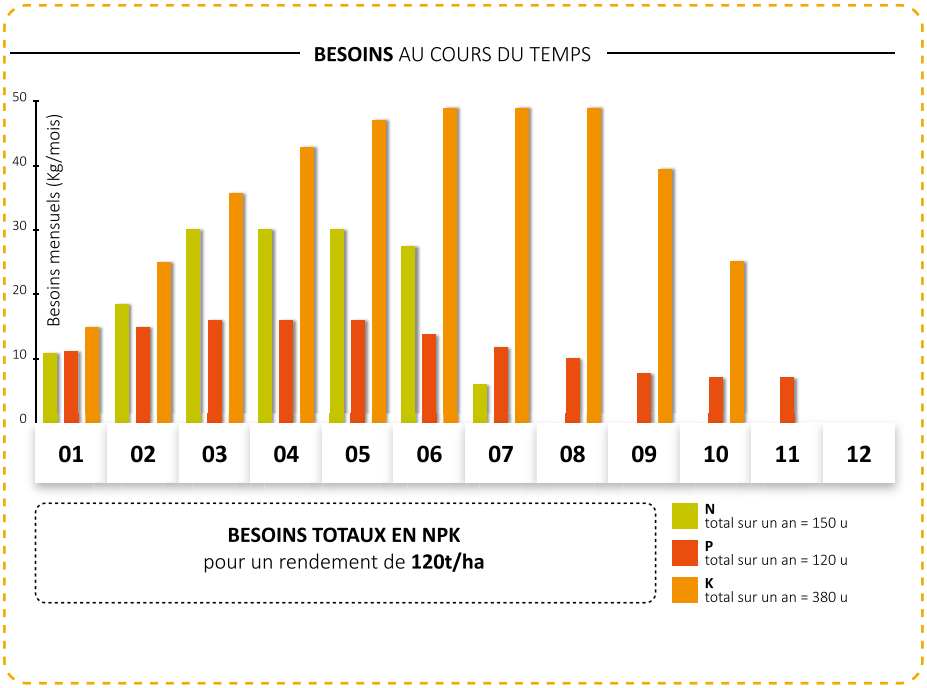
DU TALLAGE À LA MATURATION

Après trois ou quatre mois, les tiges secondaires et tertiaires apparaissent. Le tallage est un indicateur du bon développement de la canne. La chaleur, la durée d'ensoleillement et un sol humide sont trois conditions pour favoriser un bon tallage. Mais le rendement dépendra également du volume des tiges (taille et grosseur) et pas seulement du nombre de tiges.

La croissance de la canne s'étend ensuite du troisième au neuvième mois. Elle se traduit par la croissance des racines, le développement du feuillage et l'élongation des tiges. Attention donc à une nutrition défaillante à l'étape clé du tallage pour la croissance vigoureuse ultérieure de la touffe de cannes. Celle-ci doit disposer des éléments nutritifs NPK dont elle a besoin tout au long de son cycle, mais c'est à ce moment, encore appelé « boom stage »que se concentrent ses plus forts besoins en nutriments.

La canne commence sa maturation vers le neuvième mois. Elle n'a plus besoin de beaucoup d'eau, et ne requiert plus d'azote. La maturation coïncide avec des conditions climatiques spécifiques : la baisse des températures diurnes, l'augmentation de l'amplitude thermique quotidienne et la diminution des précipitations combinées (période hivernale australe). Ces conditions stimulent l'accumulation du saccharose dans la tige en stressant la plante. L'excès d'eau ou d'azote à ce moment risque d'entrainer de perturber cette phase de maturation en maintenant des conditions de croissance végétative.





Fertiliser au bon moment

Rôle des éléments nutritifs

QUELS SONT LES ÉLÉMENTS QUI ASSURENT LE DÉVELOPPEMENT DE LA CANNE ?

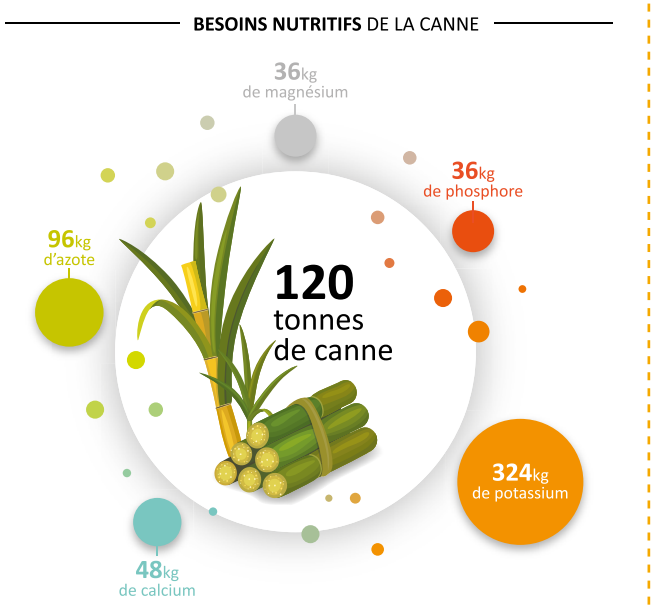
Le carbone atmosphérique (CO2) qu'elle fixe lors de la photosynthèse pour produire ses tissus et assurer son fonctionnement métabolique, représente 45 % de sa composition.

Le potassium (K) qui est l'élément minéral quantitativement le plus important dans la canne, intervient dans les processus biologiques à tous les niveaux et en particulier dans l'accumulation du sucre dans la tige.

L'azote (N) n'est que le second élément minéral quantitativement le plus important dans la canne mais reste le déterminant primaire de la croissance et du rendement.

Le phosphore (P) moins important quantitativement que le K et le N est cependant indispensable à la photosynthèse, au mécanisme de transport de la plupart des éléments minéraux dans la plante ainsi qu'à la division cellulaire. (sa carence ralentit la croissance, son excès bloque l'absorption des autres éléments).

Constituant de la membrane et du cytoplasme des cellules, le calcium (Ca) joue un rôle dans la croissance de la plante. Constituant de la chlorophylle, le magnésium (Mg) intervient dans la respiration et la division des cellules. Ca et Mg sont des éléments minéraux aussi importants que le P.



Fractionner la fertilisation en deux ou plusieurs apports

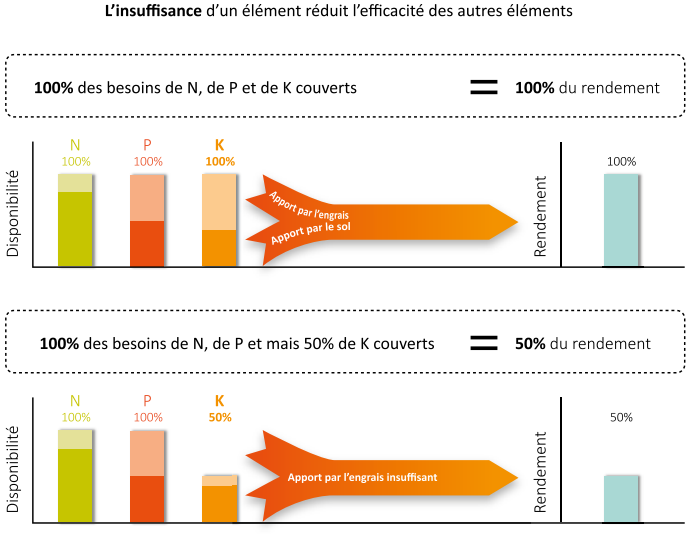
Les besoins sont différents pour chaque macro-élément et selon le stade de développement de la canne. Le besoin en azote de la canne se concentre du premier au sixième mois du cycle. Le besoin en phosphore est plus étalé dans le temps : du premier au septième mois. La canne a besoin de potassium tout au long de son cycle. Il résulte du recoupement des calendriers des besoins en N, P et K que les besoins les plus importants se conjuguent entre le troisième et le septième mois du cycle (Cf. schéma des besoins nutritifs). D'où la pertinence du fractionnement de la fertilisation en deux apports, qui permet de nourrir la canne régulièrement. Le premier apport, dans les trois semaines après la récolte, optimise la levée. Le second apport, après trois à quatre mois, intervient au temps du développement, où les besoins de la plante sont les plus importants. Le fractionnement de l'azote, élément très mobile, est le plus important.

La loi du minimum

Cette loi est vérifiée : l'insuffisance d'un seul élément affecte la croissance et donc le rendement au champ, malgré la présence des autres éléments en quantité suffisante.

Par conséquent, si l'un des nutriments fait défaut :

1. la plante ne se développera pas comme espéré ;
2. le niveau de rendement se mettra au niveau de l'élément le moins présent,. Cette loi vaut pour chaque élément. Il n'est pas rare de voir des fertilisations minérales déficitaires sur l'un des macro-éléments (N,P ou K), pour lesquelles il faut donc compléter l'engrais ternaire avec de l'engrais simple : urée pour l'azote, TSP pour le phosphore, sulfate de potasse pour le K, à titre d'exemples.



Fertiliser au bon endroit

Ne pas négliger les racines

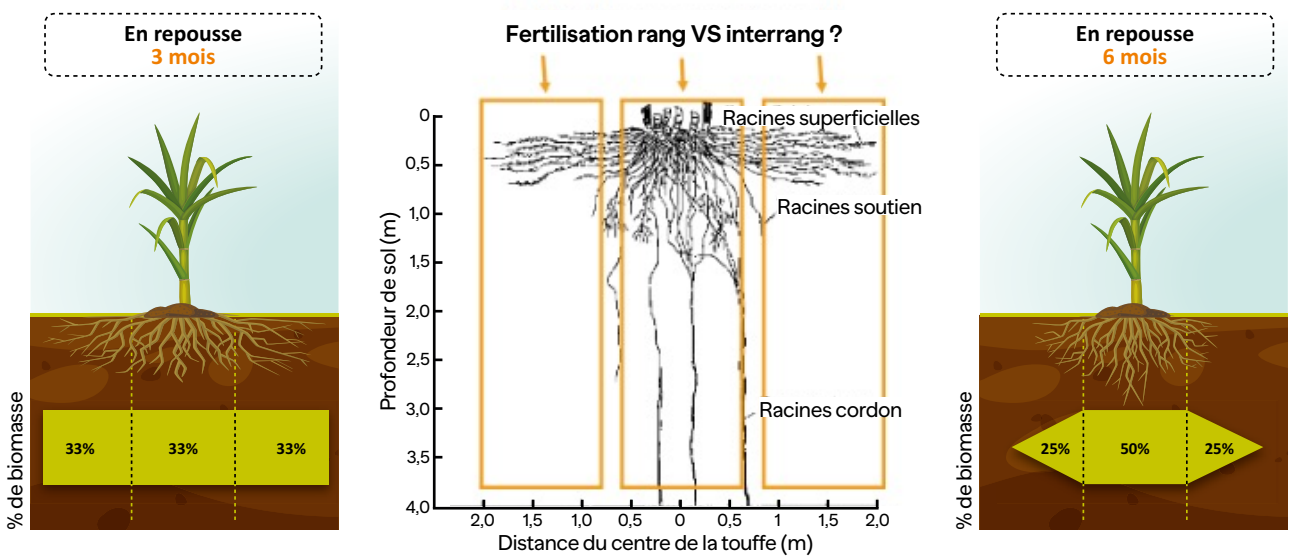
Les racines ont une influence majeure sur l'absorption des nutriments. Les racines d'une touffe de canne peuvent descendre couramment jusqu'à quatre mètres de profondeur (voire davantage dans des sols plus profonds que ceux de la Réunion). Leur concentration est très dense juste sous le rang de cannes dans les 25 à 30 premiers centimètres de sol. Mais les racines se déploient aussi horizontalement dans les deux interrangs.



L'AZOTE DANS LES RACINES

En repousse, à l'âge de trois mois la répartition de la biomasse racinaire est homogène entre le rang et les deux interrangs (33 % pour chacun). En revanche, à six mois, la masse racinaire se concentre davantage sous le rang (env. 50 %) contre 25 % sous chaque interrang. On peut en déduire que la fertilisation sur repousses, quand on fait un fractionnement de l'azote au-delà de trois mois, n'a pas forcément besoin d'être concentrée sur le rang de cannes mais qu'au contraire, une répartition plus large des granulés d'engrais minéraux serait favorable. Autre acquis de la recherche : le stock d'azote contenu par les racines commence à être évalué. Les racines, soit environ 5 à 15 tonnes de matière sèche à l'hectare, contiennent 20 à 100 kg d'azote (toujours par hectare), ce qui aide au démarrage des repousses.

RÉPARTITION DE LA BIOMASSE RACINAIRE

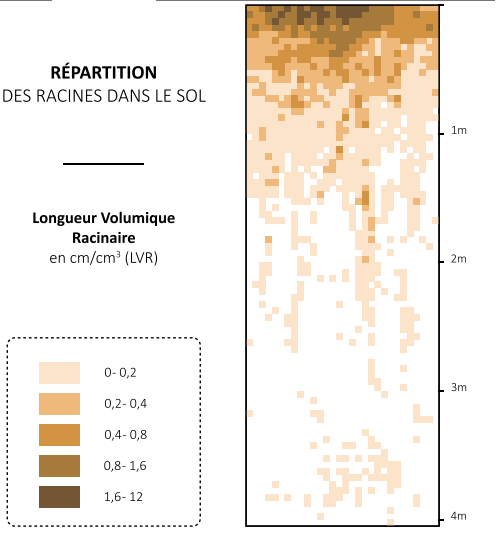


Les racines meurent-elles ?
Oui et non. On a observé qu'après la récolte, des racines devenues inactives en apparence se réactivent au bout de six mois.

Dans quelle proportion et combien de fois les racines de la canne sont-elles en mesure de se régénérer ?
On ne le sait pas encore. La grande différence des volumes racinaires d'une touffe de canne à l'autre, du simple au triple pour une même variété, interroge également. Le fonctionnement des racines dans le développement de la plante reste encore largement à explorer.



RÉPARTITION
DES RACINES DANS LE SOL



Le cycle de l'azote dans une parcelle de canne

L'azote est présent sous différentes formes moléculaires dans le sols et dans les fertilisants (urée, ammonium, nitrate, ...) et peut faire preuve d'une grande mobilité avec des risques induits de pertes à plusieurs étapes. Diverses solutions existent pour optimiser la fertilisation azotée en minimisant les pertes par volatilisation ou lixiviation.

L'azote du sol provient de plusieurs sources. De l'atmosphère, tout d'abord : l'azote atmosphérique est absorbé par certaines plantes, principalement les légumineuses. L'azote du sol est absorbé par toutes les plantes. Leur azote est restitué au sol lors de leur décomposition.

Concernant la canne, cette restitution se fait par les résidus de récolte (paille de canne) et par le système racinaire. Des apports complémentaires proviennent des matières fertilisantes, organiques ou minérales. Les apports organiques sont issus du monde agricole, agro-industriel et humain.

Comment se comporte l'azote dans le sol ? Il faut d'abord retenir l'existence d'un plafond d'efficience de l'azote. Lorsqu'on apporte des doses croissantes, le rendement augmente jusqu'à un maximum au-delà duquel tout apport supplémentaire sera sans effet sur la plante.

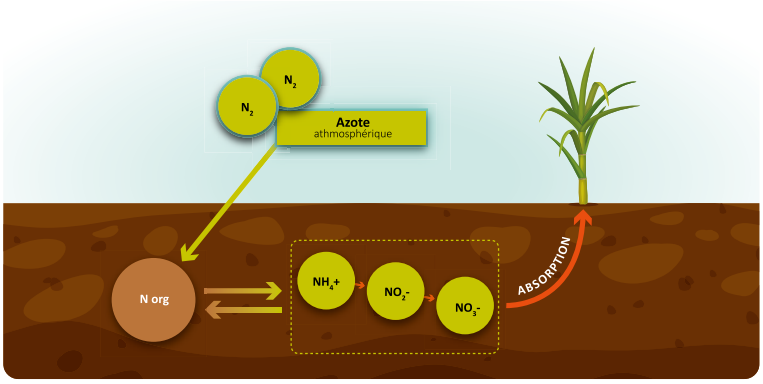
Toutes les formes d'azote ne sont pas absorbées directement par les racines et sont transformé par des processus biochimiques dans le sol. Sous forme de nitrates ou d'ammonium, il est disponible.

Comme le montre le schéma ci-contre, ce nutriment est d'une grande mobilité. Les différentes étapes du cycle de l'azote se combinent, sans qu'il soit toujours simple de comprendre les interactions.

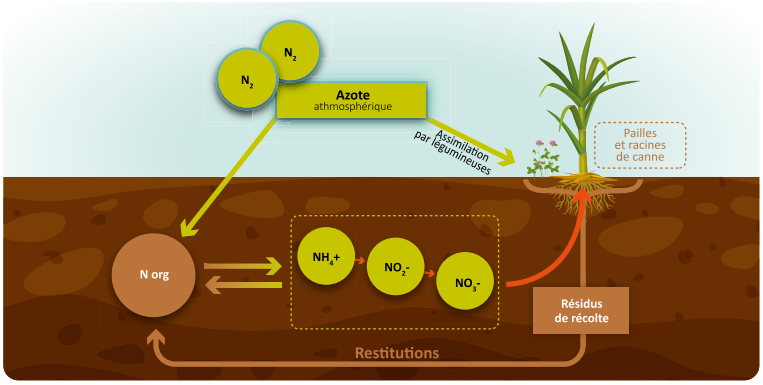
Dans le sol, l'élément azote est très convoité par tous les organismes présents. Les racines de canne sont ainsi en concurrence avec les micro-organismes pour absorber l'azote minéralisé. La partie consommée par les micro-organismes n'est pas perdue pour autant : elle constitue un capital de fertilité pouvant être restitué les années suivantes. c'est une partie de « l'arrière-effet ».

CYCLE SIMPLIFIÉ DE L'AZOTE

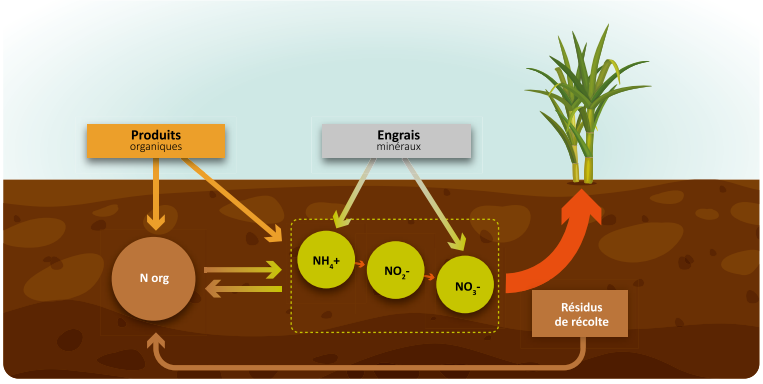
1 Azote atmosphérique (N_2)
Il peut être absorbé par des micro-organismes du sol pour devenir du N-organique.
Il est mineralise sous forme d'ammonium (NH_4*).
Evoluant sous forme de d'oxyde (NO_2-) et nitrate (NO_3-) il est assimilé par la canne.



2 Les légumineuses et les résidus de récolte apportent de l'azote organique au sol
Il alimente ainsi le stock d'azote N organique et se minéralise également



3 Les pratiques agricoles de fertilisation consistent à apporter des fertilisants azotés organiques et minéraux
Ces apports augmentent le stock d'azote N-organique (amendements organiques) minéralisable et sont des apports minéraux qui sont solubilisés rapidement en NH_4+ et NO_3-
La croissance et le rendement de la canne sont fortement augmentés



Les causes de perte de l'azote

La forme ammoniacale de l'azote, généralement issue de la transformation de l'urée par une enzyme (l'uréase), est responsable de la volatilisation. Le phénomène se produit également avec l'azote provenant des apports de produits organiques, soit parce qu'ils contiennent une quantité importante d'azote ammoniacale (ex. les lisiers porcins), soit parce que la minéralisation des formes organiques de l'azote produit de l'ammonium.

Ce phénomène de volatilisation est responsable de pertes considérables d'azote (souvent plusieurs dizaines de pourcent de l'azote apporté par les fertilisants organiques et minéraux) et donc d'une baisse d'efficacité importante de la fertilisation. Bien que quantitativement de plus faible ampleur que la volatilisation, les phénomènes de réduction des ions nitrate en protoxyde d'azote ou N_2O, qu'on appelle la dénitrification, entraîne la production de gaz à effet de serre contribuant très fortement au réchauffement climatique. La dénitrification est favorisée par un excès d'apport d'azote par la fertilisation, des apports faits en surface sans mélange avec le sol et des situations d'engorgement du sol en eau.

Autre cause de perte : la lixiviation, provoquée par un excès de précipitations et la présence d'azote sous forme de nitrate dans le sol, entraîne les ions nitrates en profondeur au-delà de la zone où la majorité des racines sont présentes. Les pertes d'azote par lixiviation sont aggravées par divers facteurs tels qu'une texture sableuse du sol (qui augmente la vitesse d'infiltration de l'eau) ou à un enracinement peu dense et peu profond de la culture. La canne ayant un enracinement relativement dense et profond, la lixiviation de l'azote ne devient généralement importante que lors d'apports très excédentaires de fertilisants combinés à des pluies importantes ou à une irrigation mal maîtrisée.

EN CONSÉQUENCE

Le cycle de l'azote dans une parcelle de canne est complexe. Pour assurer une nutrition et donc un rendement correct de la canne tout en limitant au maximum les pertes qui peuvent être conséquentes, il est crucial de bien maîtriser sa fertilisation. C'est ce qui doit notamment motiver le fractionnement des apports.

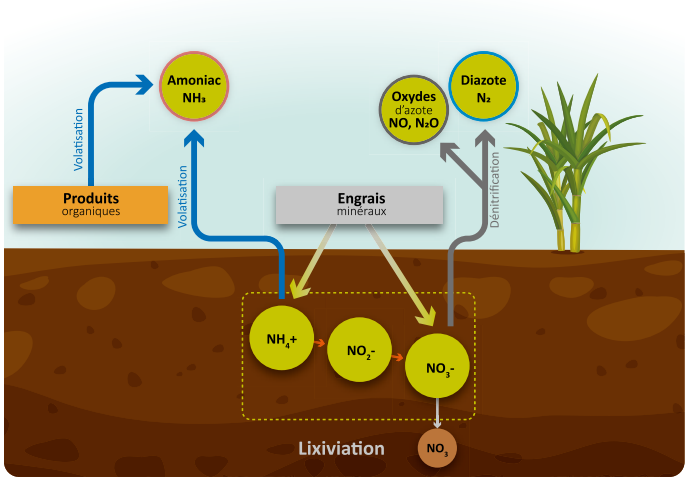
L'efficacité des fertilisants azotés

Les essais conduits en repousses ont montré que l'efficience d'utilisation de l'azote par la canne varie de 15 % à 55 %.

On estime qu'une proportion de 25 % à 40 % restent dans le sol. Et que les pertes en azote, principalement par volatilisation, se chiffrent au minimum à 25 % et peuvent monter dans les cas extrêmes jusqu'à 70 % !

Si l'on prend le cas de l'urée - l'engrais le plus utilisé car le moins cher - sur la quantité appliqué dans l'année :

- 30 % sont perdus dans l'atmosphère ;
- 35 % sont absorbés par les micro-organismes et peuvent constituer un stock organique et produire un arrière-effet les années suivantes.
- 35 % environ sont absorbés par la canne.



Un exemple de raisonnement de la fertilisation azotée

Quelles sont les quantités de matières brutes nécessaires pour apporter la même quantité d'azote à la plante, à partir de trois sources différentes : urée, fumier de volaille et compost de déchets verts ?

Le raisonnement consiste à tenir compte du taux de matière sèche des trois fertilisants, de leur teneur en N et sa disponibilité (qui correspond au % du N total effectivement utilisable par la plante).

Pour que la canne dispose de 100 kg de N, il faut donc apporter :

- Environ 1 tonne d'urée ;
- Ou 14 tonnes de fumier de volaille
- Ou 110 tonnes de compost de déchets verts.

L'efficacité des Mafor

L'apport d'azote par les matières fertilisantes organiques résiduelles sur la canne fait l'objet d'une campagne d'essais de long terme. Elle vise à fournir des références fiables d'efficacité fertilisante à partir de Coefficients d'équivalent engrais (CE-N). (voir encadré TERO) . Ces valeurs sont très importantes pour élaborer les plans de fumure.

Fertiliser efficacement

Des solutions pour améliorer la fertilisation azotée

LE CONSEIL EN FERTILISATION

Le système expert d'aide à la fertilisation (Serdaf) et le logiciel FertiRun sont deux outils complémentaires d'aide à la décision permettant de calculer les doses de fertilisant à appliquer pour un objectif de rendement. Ils permettent, en tenant compte de plusieurs facteurs (type de sol, coefficient d'équivalence engrais) de déterminer avec une grande fiabilité les besoins en nutriments et les apports en matières brutes. Tous les essais récents confirment leur pertinence.

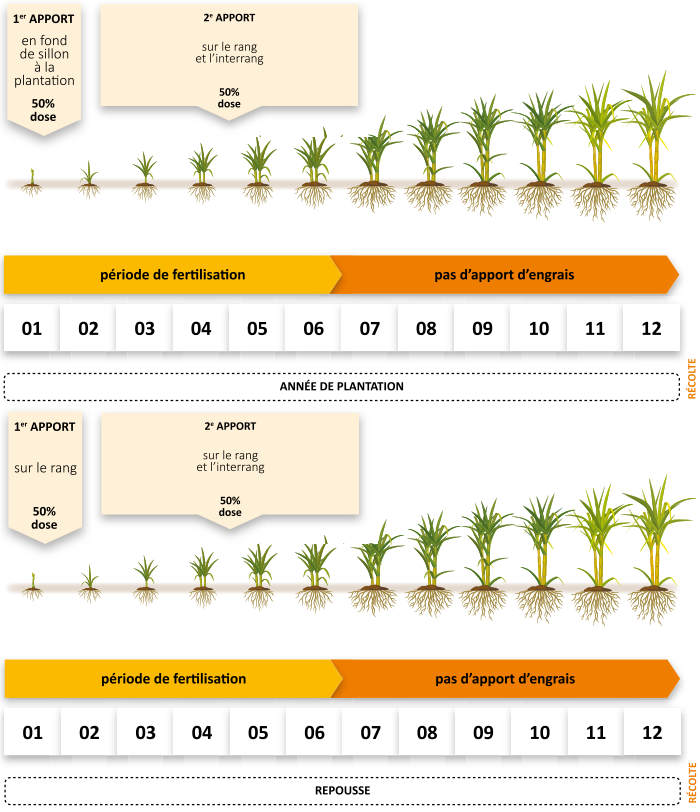
LE FRACTIONNEMENT EN DEUX APPORTS OU PLUS

Le fractionnement en deux apports, on l'a vu, est le plus adapté pour mettre à disposition les nutriments correspondant à chaque étape aux besoins de la canne tout au long du cycle de développement. C'est aussi un moyen de limiter les pertes d'azote par volatilisation, dénitrification et lixiviation.

Pour rappel

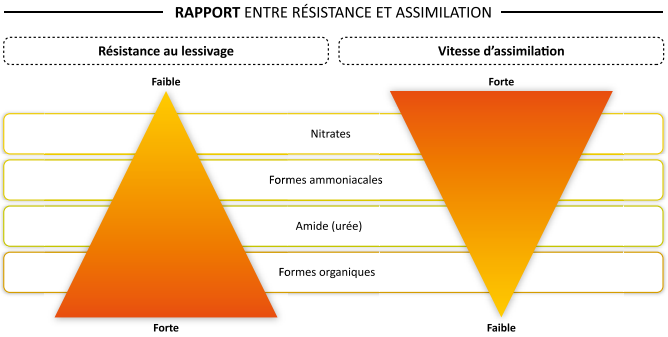
- Un premier apport de 50 % de la dose préconisée très rapidement après la récolte.
- Un deuxième apport de 50 % trois à quatre mois après.

Cette règle vaut principalement pour l'azote, les deux autres macro-éléments (P et K) sont moins mobiles et moins facilement lixiviés.



FERTILISER EN DEHORS DES ÉPISODES PLUVIEUX

Pour limiter les risques de lixiviation des ions nitrates, il est pertinent de réaliser les apports hors des périodes de très fortes pluies. Cependant, l'assimilation des minéraux se fait lorsque le sol est humide. Irriguer après un apport de fertilisant minéral et organique permet de limiter les pertes notamment par volatilisation et donc d'améliorer l'efficacité de son engrais. (Attention, il ne faut ni trop d'eau ni trop peu d'eau.)



L'ENFOUISSEMENT DE L'ENGRAIS

L'incorporation dans le sol réduit les pertes par volatilisation de 80 % à 90 %. L'enfouissement est réalisé mécaniquement, mais se heurte à la présence de paille et aux parcelles à forte pierrosité

LA LOCALISATION DANS LE SILLON

A la plantation, déposer l'engrais dans le sillon et refermer le sillon. En repousse, la localisation sur le rang reste conseillée pour le premier apport. On teste des enfouisseurs actuellement, résultats à venir.



Un localisateur d'engrais en action sur une parcelle

LES ENGRAIS ENROBÉS OU INHIBITEURS D'URÉASE

Plus chers à l'achat, ces engrais libèrent plus lentement les nutriments. Les engrais à inhibiteurs d'uréase diminuent la perte d'azote en ralentissant la transformation chimique de l'urée, au final l'efficacité de la fertilisation azotée est améliorée. Cependant leur efficacité n'a pas encore été évaluée à La Réunion.

Paille de canne

Quelles quantités pour quels effets ?

Le paillis offre divers avantages agronomiques : c'est un auxiliaire efficace dans la lutte contre l'enherbement. Il restitue des éléments minéraux au sol. En revanche, il peut impacter négativement la fertilisation. D'où la nécessité de réfléchir à des itinéraires innovants maximisant ses avantages et limitant ses inconvénients.

L'ENHERBEMENT

Un paillis supérieur à 12 t/ha est nécessaire pour une action efficace. Cette quantité de paille à l'hectare réduit l'enherbement de 75 %, avec pour autre avantage de limiter le recours aux désherbants (l'IFTH est diminué de 25 à 50 %).

En dessous de 10 t/ha, en revanche, la maîtrise de l'enherbement est très faible. Un traitement herbicide de prélevée reste toujours recommandé. Or, appliquer le produit sur la paille diminue l'efficacité du traitement, le paillis entravant la répartition homogène du produit herbicide sur le sol.

Un avantage non négligeable du paillis, c'est qu'il protège le sol contre l'érosion et limite le dessèchement du sol.

On estime que 7 t/ha de paillis réduisent les pertes érosives de 85 %. Le paillis favorise l'infiltration de l'eau dans le sol en réduisant l'évapotranspiration et en limitant les pertes par ruissellement.

Les modes de coupe actuels laissent des quantités très variables de paillis au sol



Coupe manuelle : 11 t/ha.



Coupe tronçonnée : 15 t/ha.



Coupeuse péi : 8 t/ha.

Interactions entre la paille et les fertilisants

L'épandage d'un fertilisant sur un paillis retarde son action et donc diminue son efficacité. Jusqu'à 20 % du fertilisant est retenu dans la paille. Les nutriments ne se libèrent ensuite qu'à partir du quatrième mois avec la décomposition complète du paillis. Par ailleurs, le paillis accentue les phénomènes de volatilisation de l'azote en retardant son incorporation au sol. Comme le montre un résultat issu de l'étude Soere-Pro, la collecte de 4 t/ha de paillis permet d'économiser 9 % de perte de fertilisant par volatilisation. Un équilibre savant est à trouver entre les effets positifs et limitatifs du paillis.

Peu d'impact à court terme sur le rendement

Le paillis a-t-il un impact sur les rendements ? Oui, mais cet impact est très variable. Plutôt positif dans un environnement sec, plutôt négatif dans un environnement froid, on voit qu'il influence la levée et le tallage. On ne peut tirer aucune conclusion définitive. Sur le plan agronomique, le paillis est une source de carbone et de matière organique pour le sol. Le recyclage des nutriments contenu dans le paillis va dépendre de son taux de décomposition.

Que sait-on à ce propos ? Une étude réalisée au Brésil indique que 76 % de l'azote contenu dans la canne se retrouve dans la paille, 56 % de la potasse et 33 % du phosphore. Pourtant 4 % seulement de l'azote du paillis (N-paillis) nourrit la canne en repousse, ce qui correspond à 2 % de l'azote de la canne (N-canne).

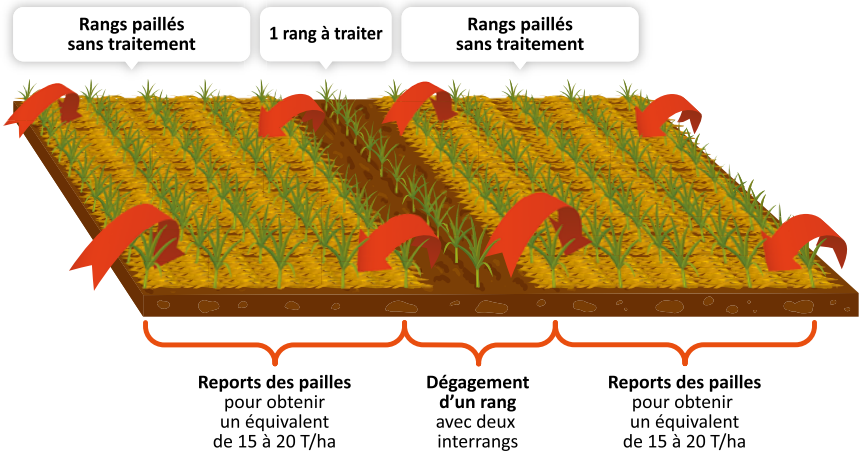
Au bout de trois à quatre mois, sur un paillis déjà diminué de moitié, le recyclage des nutriments n'a produit aucun effet. C'est sur le long terme que le paillis joue un rôle important en accumulant un capital de fertilité.



Les itinéraires innovants

Paillis et désherbage, paillis et fertilisation : la gestion de la paille nécessite de concevoir des itinéraires innovants à l'échelle de la parcelle, en co-conception avec les planteurs. Une réflexion sur les itinéraires techniques est à mener pour confirmer certaines pratiques, comme le paillis partiel concentré sur certains rangs, qui peuvent contribuer à résoudre les « contradictions » du paillis. Ce pilotage doit devenir de plus en plus fin pour arriver à proposer des adaptations en fonction des systèmes de culture par type d'exploitation. En fonction du taux de mécanisation, de la main d'œuvre disponible, du degré de maîtrise technique.

MÉTHODE DE PAILLIS CONCENTRÉ



Des innovations pour l'avenir

Premiers retours sur les essais en cours

TERO
Ajuster la nutrition azotée de la canne à sucre par les matières organiques

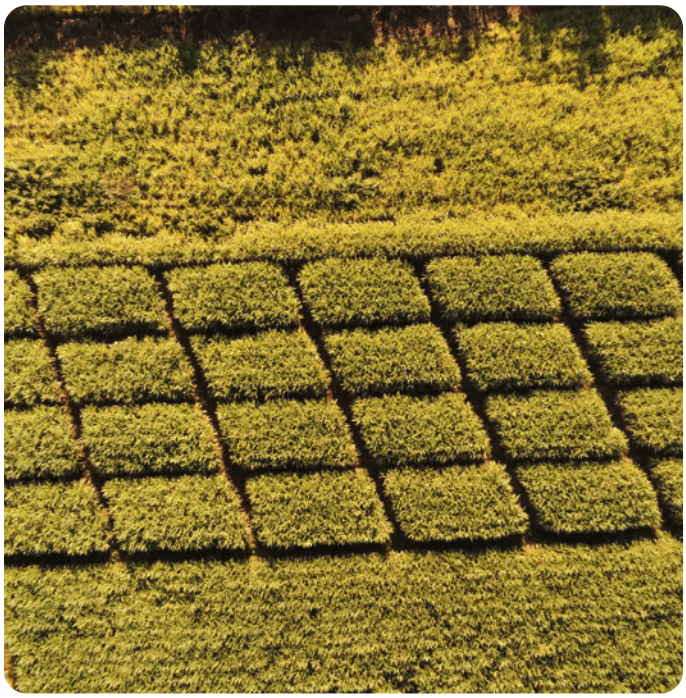
MAFOR, UNE DÉFINITION

Une Matière fertilisante d'origine résiduaire peut être considérée comme un déchet à l'origine, issu de tout type d'activité, qui se trouve valorisable lorsqu'il constitue un apport fertilisant pour une production agricole. Cela concerne par exemple les déjections animales, la plus ancienne source de fertilisants, les écumes de sucrerie, les composts urbains. La notion de Mafor peut intégrer également les cendres de bagasse. Les Mafors sont soit des amendements organiques qui améliorent les propriétés du sol, soit des engrais apportant des nutriments pour les cultures. Elles sont parfois les deux à la fois.

L'azote étant le principal déterminant du rendement, le projet TERO a pour objectif d'acquérir les références agronomiques de l'efficience azotée de plusieurs matières organiques en culture de canne à sucre.

Démarré en 2014, le projet doit durer deux cycles complets de plantation de canne, soit 14 ans. Quatre essais répartis sur l'ensemble de l'île sont installés pour suivre les résultats agronomiques. Sont testés : les lisiers de porc, le fumier de volaille de chair sur litières, les composts de déchets verts, les écumes de sucrerie, la boue de digestat de méthanisation de la vinasse (Ferticanne), le compost de Camp Pierrot (compost de litière volaille, fiente de poule et phase solide de lisier de porcs, les pellets séchés de boues de station d'épuration (Fertilpei), les granulés de fiente de poules pondeuses (Ferticycle).

Pour estimer les coefficients d'équivalence à l'engrais, l'urée est l'engrais témoin utilisé. L'impact de l'apport des Mafor sur le sol et sur la gestion de l'enherbement est également évalué en comparaison aux parcelles ne recevant que des engrais minéraux. Les premiers résultats du projet, après cinq ans d'apport, mettent en évidence un net effet fertilisant de l'apport répété des Mafor sur le sol et la production de canne à sucre.



Dispositif TERO pour déterminer la valeur fertilisante comparée des Mafor

SOERE-PRO
L'impact agro-environnemental de la fertilisation

Le Soere-Pro (Systèmes d'Observation et d'Expérimentation pour la Recherche en Environnement – Produits Résiduaires Organiques) est un réseau national d'expérimentations de terrain lourdement instrumentées dédiées à l'acquisition de références sur l'impact agronomique et environnemental de la fertilisation organique des cultures.
A la Réunion sont étudiés les impacts sur le sol, l'air, l'eau et les rendements en canne de trois Mafor (lisier de porc, litière de volaille et boues de station d'épuration) associées à l'apport d'urée. La volatilisation de l'ammoniac et les émissions de dioxyde de carbone et d'oxyde d'azote qui émanent des fertilisants épandus sont particulièrement suivis, évalués et mesurés. Débutée en 2014, cet essai va s'étendre sur deux cycles de sept ans.

SALSA
Évaluer l'intérêt des plantes de services

L'objectif du projet : évaluer la capacité des plantes de services (légumineuses) en association avec la canne à sucre (plantation et repousse) à augmenter la fertilité des sols. Réalisée sur le site d'essais de la Mare, cette recherche doit permettre d'évaluer la compétition exercée potentiellement par les plantes de service sur les rendements en canne, ainsi que la restitution au sol (et à la canne) de l'azote par la décomposition de la biomasse de ces légumineuses. Les premiers résultats en plantation et première repousse font état d'un potentiel de 150 unités d'azote restituées à la canne par certaines cultures associées.

S'approprier les outils d'aide au pilotage de la fertilisation



Un outil d'aide à la décision (OAD) ne dicte pas les pratiques à mettre en œuvre sur le terrain. Les propositions faites par l'outil doivent être utilisées par le planteur et son conseiller pour faire des choix entre différentes pratiques possibles, en fonction du contexte et des objectifs fixés et les adapter au contexte de son exploitation.

Il existe différentes démarches de pilotage de la fertilisation, de la plus empirique, reposant sur les savoirs locaux et l'expertise agronomique de terrain, à la plus sophistiquée, basée sur des modèles numériques accessibles en ligne.

Le recours à des outils d'aide au pilotage de la fertilisation deviendra sans doute, à terme, une obligation réglementaire comme cela est déjà le cas en métropole dans de nombreuses régions agricoles.

Deux outils ont été conçus à La Réunion pour aider au pilotage de la fertilisation : Serdaf et Ferti-Run.

Serdaf donne une place centrale à la fertilité du sol en faisant le lien entre ses propriétés et la dose de fertilisants nécessaire à une croissance optimale de la canne.

Ferti-Run favorise le recours aux fertilisants organiques en simplifiant les calculs de quantités à épandre, et combine fertilisants organiques et engrais de synthèse.

Pour la canne, ces deux outils présentent l'intérêt de pouvoir être utilisés de façon complémentaire. Et, dans un avenir proche, la fusion des deux outils dans un OAD plus performant sera proposée à la filière canne.

Les outils d'aide au pilotage

pour maîtriser sa fertilisation

Les pratiques de fertilisation courantes peuvent être grandement améliorées en s'appuyant sur les outils d'aide au pilotage déjà disponibles, permettant d'opter pour les fertilisants et les formulations les plus adaptés, apportés à la bonne dose et au moment optimal, en fonction de ce que l'on connaît de l'état du sol, des besoins de la plante, des conditions climatiques... et bien sûr des moyens dont dispose l'agriculteur et des objectifs qu'il se fixe. A La Réunion, deux outils d'aide au pilotage de la fertilisation ont été conçus localement et sont complémentaires : Serdaf et Ferti-Run (voir pages suivantes).

Ces outils ont le double avantage d'aider à la bonne nutrition des cultures tout en promouvant une gestion durable de la fertilité des sols. En déterminant la quantité optimale d'éléments fertilisants à apporter, ils évitent les impasses préjudiciables pour les rendements et limitent les gaspillages qui peuvent avoir des impacts économiques et environnementaux. Ils ne peuvent toutefois se suffire à eux-mêmes.

« *Un outil, aussi performant soit-il, ne doit pas dicter les pratiques à mettre en œuvre sur le terrain* », insistent Matthieu Bravin et Antoine Versini (Cirad). Il s'agit d'une base de connaissance synthétisant l'expertise agronomique, sur laquelle le planteur et son conseiller peuvent s'appuyer pour adapter la fertilisation au contexte et aux objectifs fixés. Les propositions faites par l'outil doivent être utilisés par le planteur pour faire des choix entre différentes pratiques possibles. Il faut garder à l'esprit qu'un agriculteur et un technicien doivent apporter aux questions qui se posent à eux des réponses toujours plus complexes que celles données par les outils d'aide au pilotage. Les agriculteurs comme les techniciens doivent aussi donner du crédit à leur expérience, à leur connaissance du terrain.

Bientôt une obligation réglementaire à La Réunion ?

La Réunion n'est pas concernée par la directive Nitrate, qui vise à réduire la pollution des aquifères, à lutter contre les effets des nitrates sur les milieux naturels : eutrophisation (accumulation de nutriments qui déséquilibre un écosystème) et marées vertes.

En métropole, cette directive est applicable dans de nombreuses régions, où les épandages d'engrais azotés sont interdits pendant certaines périodes et doivent respecter de nombreuses conditions.

De probables évolutions réglementaires pourraient être attendues en lien avec l'application de la directive européenne NEC sur la réduction de la pollution de l'air. Elles devraient notamment viser à réduire la volatilisation ammoniacale en rendant obligatoires certaines bonnes pratiques, voire en interdisant l'utilisation de l'urée. Les engrais azotés pourraient être taxés en fonction de leur potentiel de volatilisation, l'utilisation de matériels d'épandage moins émissifs pourrait être imposée. Par exemple l'abandon des buses palettes pour les épandages de fertilisants liquides (lisiers, ...). La réglementation des plans d'épandage pourrait d'autre part devenir plus contraignante pour les éleveurs, avec la systématisation des analyses de sols, le respect de la balance import-export sur une parcelle non seulement pour l'azote, comme cela est déjà pratiqué, mais aussi pour le phosphore et le potassium.

Le recours à des outils d'aide au pilotage sert d'abord à assurer la durabilité économique et environnementale des pratiques de fertilisation. Cependant, ces outils deviendront sans doute aussi, demain, une obligation à La Réunion, comme cela est déjà le cas en métropole dans de nombreuses régions agricoles.



Pilotage de la fertilisation

Les différentes démarches

Les outils de pilotage de la fertilisation correspondent à des démarches différentes, des plus empiriques aux plus sophistiquées. Aujourd'hui, les outils réunionnais disponibles pour la production de canne, déjà performants, Serdaf et Ferti-Run, reposent sur une démarche intermédiaire. Demain, leur évolution s'appuiera peut-être sur les méthodes d'intelligence artificielle.

L'EXPERTISE AGRONOMIQUE : SIMPLE MAIS PEU ADAPTABLE

Le pilotage le plus empirique de la fertilisation s'appuie sur l'expertise que les agriculteurs acquièrent dans leurs exploitations et se transmettent, les confrontant avec les recommandations des essais locaux. Ces savoirs propres à un type de sol, de climat et de culture sont généralement bien adaptés localement mais difficilement extrapolable à d'autres contextes. Ces savoirs sont remis en cause dès lors que les systèmes de culture changent en fonction des évolutions réglementaires et des nouveaux contextes (climat, filières économiques).

LES INDICES DE NUTRITION : BEAUCOUP DE MOYENS À MOBILISER

Ce type d'outil permet d'ajuster la fertilisation en cours de culture à partir de la mesure de son état nutritionnel. Cette démarche ne nécessite pas une connaissance fine du sol ou des fertilisants et se base directement sur le statut nutritionnel de la culture, par exemple à travers des analyses foliaires. En revanche, elle requiert l'acquisition de nombreuses références pour son développement, d'une capacité d'analyse importante pour sa mise en œuvre et d'une réactivité suffisante pour permettre une intervention en cours de culture.

LE BILAN PRÉVISIONNEL : LA RÉFÉRENCE ACTUELLE

Cette méthode consiste à calculer l'apport total d'un élément nutritif à effectuer sur la base d'un équilibre entre les besoins de la culture et les différentes fournitures dont elle peut bénéficier. Il s'agit donc principalement d'estimer la fourniture du sol, des fertilisants organiques ou des engrais de synthèse et de les faire correspondre aux besoins nutritifs des cultures. Cette méthode est plus fine et s'adapte aux différents contextes en intégrant la variabilité des sols et de l'efficience d'utilisation des fertilisants. Une fois développée, cette méthode nécessite relativement peu d'analyses pour être mise en œuvre. Elle permet à l'agriculteur de raisonner au mieux l'apport dans son champ. En métropole, la réglementation a rendu obligatoire l'utilisation d'outils basés sur la méthode du bilan prévisionnel pour l'azote, dans de nombreuses situations, notamment dans les zones où la pollution aux nitrates doit être réduite.

LE PILOTAGE DYNAMIQUE : POUR UNE AGRICULTURE DE PRÉCISION

Des outils de pilotage dynamique de la fertilisation ont fait leur apparition sur les grandes cultures céréalières, comme le blé. Ils permettent d'adapter en temps réel les doses de fertilisants à apporter en fonction des conditions du cycle de culture en cours. Ces outils peuvent également s'appuyer sur des images de télédétection ou des capteurs embarqués sur les tracteurs pour tenir compte en temps réel de l'hétérogénéité de la biomasse et des propriétés du sol et ainsi apporter la bonne dose au bon endroit. Principalement utilisé pour la fertilisation azotée, un tel outil apparaît toutefois peu pertinent pour la canne dans le contexte réunionnais, où le principe du fractionnement en deux apports peine encore à s'imposer.

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : L'AVENIR ?

Quand on dispose, comme à La Réunion, de nombreuses données historiques sur le climat, les sols, les pratiques de fertilisation et les rendements à l'échelle de toute la sole cannière, il est tentant de se tourner vers les méthodes modernes d'intelligence artificielle. Celles-ci reposent sur l'utilisation de l'outil informatique pour analyser les données historiques et ainsi construire les référentiels sur lesquels se baseront les outils de pilotage de la fertilisation. Encore immatures aujourd'hui, ces méthodes commencent à être testées par la recherche pour développer les solutions de demain.



Serdaf

La connaissance du sol au service de la canne

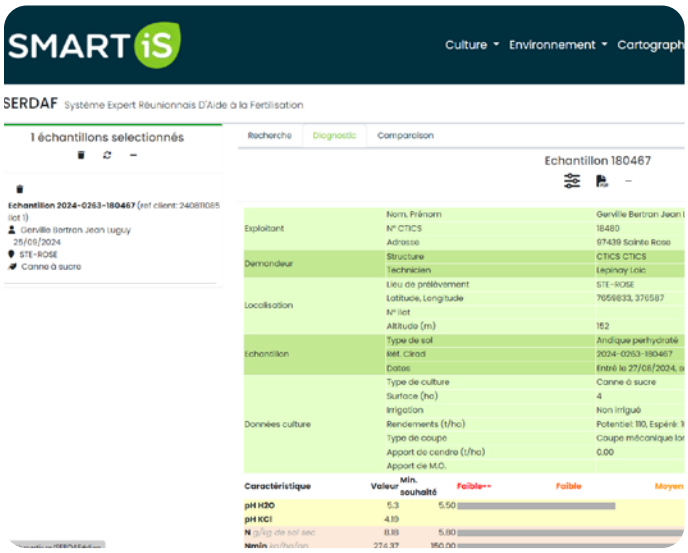
Le système Serdaf s'appuie sur le diagnostic de la fertilité chimique du sol pour calculer la dose de fertilisants qui assurera une croissance optimale de la canne.

Le Système expert réunionnais d'aide à la fertilisation (Serdaf), conçu dès les années 1990 par le Cirad, repose sur le prélèvement et l'analyse d'échantillons du sol d'une parcelle. L'analyse est réalisée localement dans le laboratoire du Cirad à La Bretagne (Saint-Denis). Les résultats d'analyses sont interprétés par le logiciel Serdaf, puis synthétisés et édités dans un bulletin qui se compose de deux éléments : un diagnostic de sol et un conseil de fertilisation.

Le diagnostic de sol est une interprétation chiffrée et textuelle des données mesurées dans l'échantillon, il est utilisable quel que soit le type de culture. Le conseil en fertilisation concerne uniquement la culture de la canne et propose des doses d'engrais de synthèse N, P et K à apporter pour l'année de canne vierge et les 6 repousses suivantes. Ce choix de proposer un conseil de fertilisation pour 7 ans depuis la plantation est basé sur ce qui est considéré comme un cycle de plantation de canne permettant d'obtenir un rendement globalement optimal.

Accessible sur Internet pour les techniciens, via la plateforme Smart'IS, Serdaf propose des fonctionnalités complémentaires. Il permet aussi de comparer des analyses de sol effectuées sur une même parcelle à quelques années d'intervalles, pour vérifier si une pratique a eu l'effet attendu, ou de comparer des analyses faites au même moment sur différentes parcelles de l'exploitation, pour mesurer l'effet de pratiques différentes.

Serdaf permet également de simuler l'effet de pratiques (niveau de rendement visé, mode de coupe, gestion de la paille de canne et prise en compte de l'apport de fertilisants organiques) sur le conseil de fertilisation et de les comparer entre elles. Concernant la prise en compte des fertilisants organiques, la base de données Serdaf n'est cependant pas à jour et le recours en complément à l'outil Ferti-Run reste préférable.



Validé sur le terrain

Entre 1993 et 1996, un suivi pluriannuel a été réalisé chez 11 planteurs pour comparer la mise en œuvre des préconisations de Serdaf par rapport à la pratique choisie par le planteur, en matière de chaulage et de fertilisation N, P et K.

La comparaison des rendements obtenus en plantation et sur trois repousses a démontré une augmentation progressive de ces derniers avec l'application du conseil Serdaf, en particulier dans les sols déficients en P et K.

Le conseil de chaulage

5 paramètres sont considérés dans le conseil de chaulage :

- le pH, qui mesure l'acidité du sol,
- la différence entre le pH traditionnellement mesuré dans de l'eau et le pH mesuré dans une solution de chlorure de potassium, qui permet de déterminer l'acidité de réserve contenu sur la capacité d'échange cationique (CEC) du sol
- la proportion de calcium (Ca) sur la CEC, afin de s'assurer que celle-ci est suffisante
- la proportion de magnésium (Mg) sur la CEC, afin de s'assurer que celle-ci est suffisante
- le ratio entre Mg et Ca sur la CEC, afin de vérifier le bon équilibre entre ces deux éléments

Lorsqu'il est nécessaire de rectifier le pH du sol, Serdaf préconise une dose d'amendement chaulant à apporter pour plusieurs types de produits généralement disponibles sur le marché, par exemple : chaux magnésienne et calcique, cendres de bagasse de Bois-Rouge ou du Gol, dolomies... Lorsqu'un produit proposé par un fournisseur n'est pas proposé par Serdaf, il est possible d'ajuster la dose d'apport de ce produite à partir de sa valeur neutralisante (voir partie 2).

Ce diagnostic a toutefois des limites, admises par le Cirad : en cas de forte correction nécessaire, les doses conseillées par Serdaf sont certainement sous-estimées. D'autre part, l'effet alcalinisant des fertilisants organiques n'est pas encore pris en compte.

Le conseil pour la gestion de la matière organique du sol

Ce conseil est essentiellement basé sur un bilan du statut organique du sol fait à partir de deux paramètres :

- la teneur totale du sol en carbone, qui permet de connaître la quantité de matière organique contenue dans le sol
- le rapport entre les teneurs totales du sol en carbone et en azote, généralement légèrement supérieur à 10, donne une indication sur la vitesse de minéralisation de la matière organique du sol.

Si ces deux valeurs sont faibles, cela signifie que la quantité de matière organique dans le sol est insuffisante et qu'elle s'est minéralisée trop vite. Un apport sera préconisé. Si Serdaf ne préconise pas de dose d'apport, il suggère en revanche le type de fertilisants organiques à apporter (un amendement ou un engrais).

Autre limite de l'outil : la liste des fertilisants organiques disponible n'est pas à jour. Il faudra plutôt se reporter au guide de la fertilisation organique à La Réunion (lien : https://www.mvad-reunion.org/focus/guide-de-la-fertilisation-organique-a-la-reunion)

Le conseil de fertilisation NPK

Le conseil d'apport d'azote se base sur cinq paramètres du sol :

- la profondeur analysée (30 cm) et la masse volumique du sol, qui déterminent la quantité de terre susceptible de fournir de l'azote à la canne
- la teneur du sol en azote, seul paramètre mesuré, qui détermine quantité d'azote contenu dans la matière organique du sol,
- le coefficient de minéralisation de la matière organique et les conditions climatiques, qui déterminent la capacité de la matière organique du sol à fournir de l'azote en se minéralisant.

Le conseil d'apport en phosphore se base sur deux paramètres :

- la teneur du sol en P disponible pour la plante, qui est mesurée,
- le pouvoir fixateur du sol, qui est lié à son type et à son pH et qui indique la capacité du sol à retenir P sous une forme non disponible pour la plante. Lorsque la quantité de P disponible dans le sol est considérée à l'analyse comme insuffisante, Serdaf préconise un rattrapage par un apport plus importante de fertilisants phosphatée au cours de l'année de plantation.

Le conseil d'apport en potassium se base sur deux paramètres mesurés :

- la teneur en K présent sur la CEC,
- la proportion de K sur la CEC relativement aux autres éléments.

La principale limite actuelle des préconisations faites par Serdaf pour l'apport de N, P et K à la canne est liée à la profondeur fixe de sol (30 cm) considérée, ainsi que la non considération de la pierrosité du sol. A titre d'exemple, si la profondeur réelle du sol est inférieure à 30 cm et que sa pierrosité est importante, le volume de terre susceptible de fournir N, P et K à la canne sera surestimé par Serdaf et la préconisation sera donc sous-estimée. Des travaux sont en cours pour corriger cela. Ces limites illustrent le fait que le planteur et son conseiller restent indispensables à l'adaptation du conseil dans les conditions de terrain.

Serdaf est accessible en ligne sur le site www.smartis.re

Ferti-Run, pour mieux utiliser les fertilisants organiques locaux

Développé par la Chambre d'agriculture et le Cirad à partir de 2008, Ferti-Run permet de valoriser les importantes quantités de fertilisants organiques produits localement. Cet outil combine l'utilisation des fertilisants organiques et de synthèse, en simplifiant les calculs pour donner les quantités à épandre.

Outil d'aide au pilotage de la fertilisation mixte, basée sur le recours au fertilisants organique et aux engrais de synthèse, Ferti-Run est utilisable sur les principales cultures réunionnaises, dont la canne. Il a été conçu par la Chambre d'agriculture et le Cirad pour améliorer les pratiques de fertilisation des agriculteurs, optimiser le conseil technique agricole et surtout pour favoriser le recours fertilisants organiques disponibles localement. Ces derniers constituent en effet une alternative agroécologique aux importations d'engrais de synthèse et leur utilisation participe à la démarche d'économie circulaire.

Ferti-Run est avant tout un outil calculant automatiquement les doses de fertilisant organique et de complément en engrais de synthèse (souvent minéral) à épandre pour satisfaire 100% des besoins d'une culture en azote, phosphore (P_2O_5) et potassium (K_2O), tout en veillant à éviter la surfertilisation. Ferti-Run s'intéresse donc uniquement à la fonction engrais des fertilisants organiques.

Ferti-Run permet de faire des simulations afin de comparer différents fertilisants organiques et de choisir la solution la plus appropriée pour l'exploitation.

Outil collaboratif, Ferti-Run est également évolutif. La conception d'une version d'application pour téléphone mobile est notamment envisagée, afin de faciliter son utilisation sur le terrain.

Ferti-Run est accessible en ligne sur le site www.mvad-reunion.org

Un calcul en deux étapes

L'utilisateur de Ferti-Run commence par renseigner des informations sur son système de culture (la superficie de la parcelle culturale, le rendement souhaité ; le type de sol de la parcelle) puis fait des choix concernant les engrais qu'il souhaite utiliser :

- le type de fertilisant organique qui sera utilisé ;
- la formulation de l'engrais de synthèse qui sera utilisé si nécessaire.

Il sélectionne ensuite le type de culture pratiqué sur la parcelle.

Ferti-Run apporte des réponses pour la plupart des cultures représentées à La Réunion : la canne à sucre, mais aussi les fourrages tempérés, une vingtaine de cultures maraîchères et six cultures arboricoles.

Pour l'instant, Ferti-Run ne permet pas de combiner l'utilisation de plusieurs fertilisants organiques, mais des développements en ce sens de l'outil sont envisagés

Conseils à la parcelle et à l'hectare

Les résultats fournis par Ferti-Run le sont sous la forme de deux bilans de fertilisation, l'un à la parcelle, l'autre à l'hectare, qui donnent les informations suivantes :

- besoins en azote, phosphore et potassium de la culture sélectionnée
- caractéristiques du fertilisant organique retenu (teneurs en azote, phosphore et potassium et coefficients d'équivalence engrais)
- dose, en tonnes, du fertilisant organique à apporter pour répondre aux besoins de la culture
- quantités de N, P et K fournis par cette dose de fertilisant organique
- quantités de N, P et K à apporter avec la formulation d'engrais de synthèse choisie
- dose d'engrais de synthèse à apporter, si le fertilisant organique ne couvre pas l'ensemble des besoins.

Ferti-Run et Serdaf : deux outils complémentaires

Ferti-Run offre la possibilité d'intégrer les préconisations de fertilisation faites par Serdaf à partir du bulletin d'analyse de sol. Les deux outils sont donc utilisables de façon complémentaire pour la canne. Ce couplage de Serdaf et Ferti-Run permet d'utiliser au mieux les fertilisants organiques locaux pour nourrir la canne à sucre tout en contribuant à l'entretien de la fertilité du sol.

Utiliser Serdaf et Ferti-Run pour s'adapter aux contraintes

Au-delà des aspects purement quantitatifs, un plan de fertilisation doit être utilisés par l'agriculteur et son conseiller comme un support pour faire évoluer ses pratiques, en fonction des objectifs qu'il se fixe pour son exploitation. Ces objectifs sont généralement contraints par des obligations d'ordre réglementaires, économiques ou d'approvisionnement. L'agriculteur ne doit

donc pas en supplément se sentir contraint par les solutions proposées par Serdaf et Ferti-Run. Au contraire, avec l'aide de son conseiller, il doit pouvoir utiliser ces deux outils pour trouver les bonnes solutions et les bons compromis.

À titre d'exemples, un plan de fertilisation sous-optimal peut être choisi sciemment par l'agriculteur s'il s'avère que la marge financière qu'il dégage au final est plus élevée. Un fertilisant organique moins optimal du point de vue purement agronomique peut quand même être privilégié parce qu'il est disponible à proximité de l'exploitation ou qu'une contrainte réglementaire (ex. parcelles trop pentues ne pouvant recevoir d'épandage d'effluents d'élevage) ne permet pas le recours au fertilisant initialement proposé. Il faudra par contre utiliser les outils pour réajuster en conséquence le plan de fertilisation.

