LA CANNE
n° 46
décembre 2018

CAHIER
technique

Connaître les fertilisants et les outils disponibles
pour un pilotage raisonné

La valorisation de la fertilité de son sol passe par une connaissance et une utilisation raisonnée des fertilisants (amendements et engrais) à sa disposition. Pour cela, nous disposons d'outils d'aide à la décision qui gagnent à être mieux connus et mieux utilisés.

Après avoir rappelé les connaissances de base sur le raisonnement de la fertilisation, ce cahier technique présente, à travers quelques exemples, comment construire son plan de fertilisation avec les outils d'aide à la décision, en tenant compte des particularités de ses sols et des fertilisants à disposition.



> *Fertilité « naturelle » du sol, rôle de l'intervention humaine* II
> *Les fertilisants et leurs effets* III
> *Valeur fertilisante comparée de trois produits* IV
> *Construire son plan de fertilisation en deux étapes clés* V
1. Diagnostiquer la fertilité de son sol
2. Quantifier les doses d'engrais minéraux à apporter VI
> *Exemples de plan de fertilisation* VII
> *Des risques à maîtriser* VIII

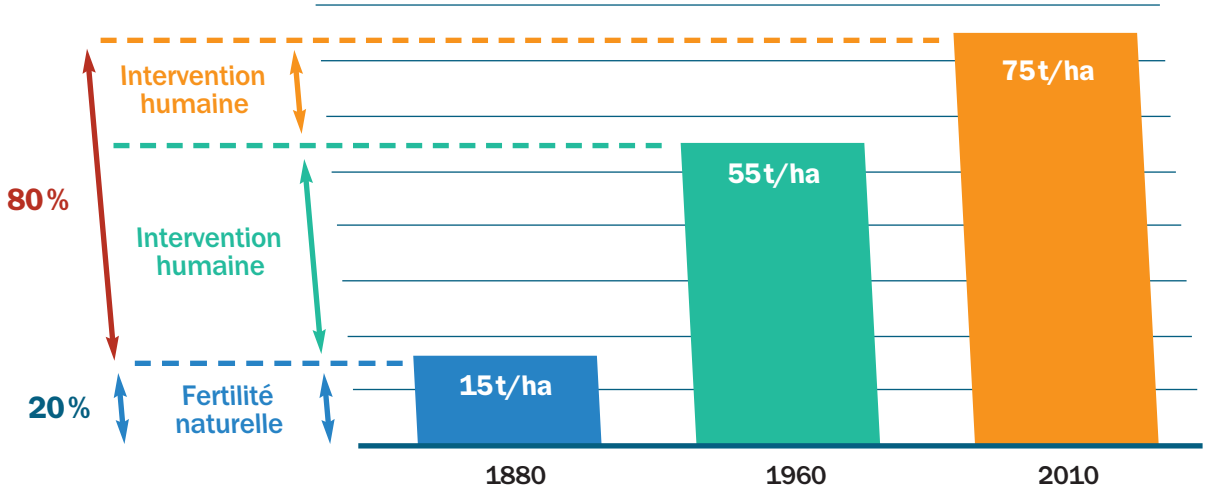
Ce cahier technique a été rédigé avec la contribution du CIRAD : M. Bravin, L. Thuriès et A. Versini.

FERTILITÉ « NATURELLE » DU SOL, RÔLE DE L'INTERVENTION HUMAINE

La fertilité peut être définie par la capacité d'un sol à fournir des éléments nutritifs en quantité adéquate et équilibrée pour assurer la croissance d'une culture. La fertilité « naturelle » d'un sol contribue généralement à moins d'un quart du rendement d'une culture. C'est donc surtout l'intervention humaine qui est : sélection variétale, aménagement foncier, recours aux intrants (fertilisants et amendements).

Evolution des rendements en canne à La Réunion

Entre 1880 et 2010, grâce à l'intervention humaine, le rendement moyen en canne à La Réunion est passé de 15 à 75 tonnes à l'hectare.



Sources : P. Caubet, J.-Y. Hoarau, J. Payet et M. Hellmann.

Les pratiques agricoles d'amélioration de la fertilité d'un sol consistent principalement à intervenir sur ses qualités chimiques, par l'apport d'engrais et d'amendements. Cependant, une bonne gestion de la fertilité d'un sol doit également considérer ses qualités physique et biologique (Cahier technique n°45) car si celles-ci ne sont pas entretenues, ses qualités chimiques ne pourront être pleinement exploitées.



LES FERTILISANTS ET LEURS EFFETS

Les amendements

Si les amendements sont principalement destinés à maintenir ou améliorer les propriétés d'un sol, les produits utilisés comme tel peuvent indirectement avoir un effet sur la nutrition de la plante.

Les amendements chaulants

Ces produits sont destinés à maintenir ou améliorer le pH d'un sol :

- la chaux et la magnésie (produits minéraux importés) ;
- les cendres de bagasse, résidus des centrales thermiques.

Des travaux récents, conduits localement, ont montré que les amendements organiques avaient aussi un effet chaulant.

Les amendements organiques

Ces produits d'origine organique (végétale et animale) améliorent les propriétés physiques et chimiques d'un sol. Ils peuvent aussi avoir un effet « engrais » l'année de leur apport et un « arrière-effet » les années suivantes, par leur transformation dans les sols. L'« arrière-effet » engrais est difficile à mesurer, parce qu'il est masqué par les autres apports de fertilisants.

Les engrais

Un engrais est un produit destiné à nourrir directement une plante.

Les engrais minéraux

Ils peuvent se présenter sous forme liquide, en poudre ou en granulés.
Ils sont dits simples s'ils contiennent seulement un élément : de l'azote (N), du phosphore (P) ou du potassium (K). Ils sont dits binaires, s'ils en contiennent deux, ternaires s'ils contiennent les trois.

Les engrais organiques

Ces matières sont utilisées ou utilisables à La Réunion en raison de leurs propriétés nutritionnelles pour la canne, tant en plantation qu'en repousse. Elles sont d'origine végétale et/ou animale. Les engrais organiques peuvent avoir à la fois des effets sur le sol et sur la plante. Plus leur charge en matière végétale est forte, plus elles ont un effet sur le sol (effet amendement). Plus leur charge en matière animale est élevée, plus elles nourrissent la plante (effet engrais).

Type de fertilisant	Produit	Effet amendant	Effet fertilisant
Amendements organiques	Ecumes de sucrerie		Effet direct et arrière effet
	Fumier de bovin		
	Litière de volaille		
	Compost de déchets verts		
	Compost Camp Pierrot		
Amendements chaulants	Chaux et magnésie		
	Cendres de bagasse		
Engrais minéraux	Urée		
	DAP		
	Tri super phosphate		
	KCl		
	Ternaires divers		
Engrais organiques	Vinasses de sucrerie		
	Lisier de porc		
	Fientes de volaille		
	Fientes de poules granulées		

Effet principal | Effet secondaire | Pas d'effet

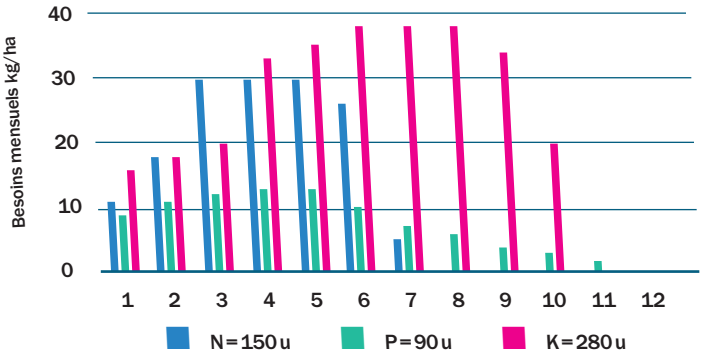
CE QU'IL FAUT PRENDRE EN COMPTE POUR RAISONNER SA FERTILISATION

Les besoins de la culture

Au cours de son cycle de développement, les besoins de la canne en azote, phosphore et potassium varient différemment :

- ils sont plus élevés en azote en début de cycle. Des apports deviennent inutiles après le 6ème mois ;
- si la canne absorbe le phosphore pendant la quasi-totalité de son cycle, ses besoins sont plus importants les premiers mois ;
- le potassium est prélevé pendant les dix premiers mois, mais la canne en consomme en quantités plus importantes du quatrième au neuvième mois (ci-dessous).

Besoins totaux en NPK pour 120 t/ha de canne



Les besoins de la canne sont liés aux objectifs de rendements, plus celui-ci est élevé, plus les besoins en éléments nutritifs sont importants. C'est afin d'économiser des engrais et de limiter les pertes vers l'environnement qu'une fertilisation raisonnée passe par une évaluation réaliste du rendement espéré et des apports de fertilisants pour l'atteindre. L'azote contribuant fortement au rendement, ses besoins se situant en début de cycle de culture, d'où la recommandation de fertiliser en début de cycle.

Selon la «loi du minimum», l'insuffisance d'un élément dans le sol réduit l'efficacité globale de tous les autres et donc le rendement de la parcelle.

La fourniture par le sol

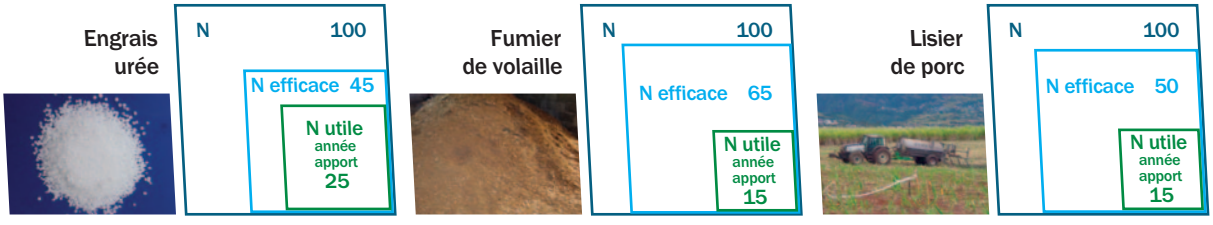
Les sols contiennent une quantité plus ou moins importante de nutriments, qui se libèrent progressivement. Par une analyse de sol, il importe donc de connaitre à la fois la quantité et la disponibilité de ces éléments nutritifs (Cahier Technique 45), afin d'estimer correctement la dose fertilisante à apporter pour répondre aux besoins de l'apport de la canne non satisfaits par le sol.

La valeur fertilisante de l'apport

Cette valeur fertilisante est liée :

- à son taux de matière sèche ;
- à sa concentration en azote, phosphore et potassium ;
- à son efficience, à savoir la capacité de la plante à se saisir du nutriment apporté et à l'assimiler par rapport à un engrais minéral. Cette efficience est plus faible pour l'azote que pour le phosphore et le potassium. Ainsi, la totalité des nutriments apportés par le fertilisant n'est pas prélevée par les racines de la canne : pertes par volatilisation à l'épandage (importante dans le cas de l'urée), ou par lessivage en cas de forte pluie, ou par immobilisation plus ou moins longue dans le sol (plus longue dans le cas des engrais organiques que dans celui des engrais minéraux).

Valeur fertilisante comparée de trois fertilisants



100 % de l'azote contenu dans l'urée est potentiellement consommable par la canne, mais elle n'en utilise durant le cycle de culture qui suit l'apport que 25 %. 65% de l'azote contenu dans le fumier de volaille et le lisier de porc sont potentiellement consommables par la canne, mais elle n'en utilise que 15 % (fumier de volaille) et 15 % (lisier de porc).

Seule une fraction des éléments fertilisants apportés est utilisée par la canne l'année de son apport, l'autre partie, «stockée» dans le sol, sera utilisée lors des repousses suivantes. Ainsi, c'est bien une fertilisation raisonnée, mise en œuvre d'une campagne à l'autre, qui sera garante d'une production performante au fil des années de culture.

CONSTRUIRE SON PLAN DE FERTILISATION EN DEUX ÉTAPES-CLÉS

Construire son plan de fertilisation pour chacune de ses parcelles impose, d'une part, de bien connaître son sol (Cahier technique n°45) et, d'autre part, de prendre en compte les différents éléments du raisonnement de la fertilisation, présentés dans les pages précédentes. Serdaf, le système expert réunionnais d'aide à la fertilisation élaboré par le Cirad, intègre ces connaissances pour permettre aux planteurs et à leurs conseillers d'établir un plan de fertilisation personnalisé. L'utilisation de Serdaf se fait en 2 étapes successives.

1. Diagnostiquer la fertilité de son sol avant la plantation

A partir de l'analyse de l'échantillon de son sol par le laboratoire du Cirad, le diagnostic de sa fertilité est établi par Serdaf en considérant le type de sol déterminé d'après la géolocalisation de l'échantillon prélevé.

De l'analyse de sol au diagnostic de sa fertilité, un exemple

Eléments	Valeur	Minima souhaités	Diagnostic de fertilité					Interprétation
			Faible-	Faible	Moyen	Fort	Fort ++	
pH H_2O	4,61	5,50						Votre sol est acide, un amendement chaulant est indispensable aux doses recommandées.
N min kg/ha	68,16	150						La fourniture d'azote minérale par votre sol est jugée très insuffisante. La fumure azotée doit être fortement renforcée.
C g/kg sol sec	24,52	39						La teneur en matière organique de votre sol est insuffisante. De plus, son C/N faible indique que son activité biologique est intense. La minéralisation de la matière organique est donc très rapide.
C/N	10,03	11,60						
P mg/kg sol sec	165,25	200						L'offre du sol en P reste correcte, un apport légèrement supérieur aux besoins de la culture est nécessaire.

2. Quantifier les doses d'amendements chaulants et d'engrais minéraux

En fonction du diagnostic de fertilité du sol, du rendement espéré, du type de coupe et des possibilités d'irrigation, Serdaf proposera, si nécessaire, des amendements chaulants, ainsi qu'une fertilisation minérale une fertilisation minérale, à la plantation et lors des six premières repousses, en prenant en compte si cela est renseigné les apports de cendres et d'engrais organiques envisagés.

Ci-dessous, sur la base d'une analyse de sol, un exemple de conseil en fertilisation formulé par Serdaf pour une plantation et deux repousses, tenant compte ou non d'apports de cendres et de lisier de porc, envisagés par le planteur.

Conseil Serdaf		**Pas d'apport complémentaire envisagé**	**Apports de cendres et de lisier de porcs envisagés**
Localisation parcelle		Sainte-Suzanne	
Type de sol		Andique non perhydraté	
Rendement espéré		120 t/ha	
Diagnostic		Votre sol est acide et carencé en calcium et magnésium. Un amendement chaulant Ca-Mg est indispensable, aux doses recommandées.	
Apports envisagés par le planteur		Aucun	Vierge : 25 t/ha cendres sèches Repousse 1 : 10 m³/ha lisier porc
Chaulage	**Conseil avant plantation**	**Au choix :** **- Chaux Magnésienne type 65/20 : 5,2 t/ha** - Cendres : 60 t/ha de produit sec Attention, la réglementation limite l'apport de cendres de Bois Rouge à 26 t/ha une fois tous les 5 ans	**L'apport en cendre étant insuffisant (26 t/ha de matière sèche), il est nécessaire de le compléter avec au minimum 4 t/ha de Chaux Magnésienne type 65/20**
Fertilisation	**Conseil en vierge**	**119 N – 105 P – 270 K kg/ha** Sous forme de : - dap : 230 kg/ha - urée 46 : 170 kg/ha - KCl : 450 kg/ha	**119 N kg/ha** Sous forme de : - urée 46 : 260 kg/ha
	Conseil en R1	**174 N – 75 P – 370 K kg/ha** De (au choix) : - 18 7 30 : 970 kg/ha - 13 6 23 : 1340 kg/ha	**153 N – 129 K kg/ha** Sous forme de : - urée 46 : 330 kg/ha - KCl : 210 kg/ha
	Conseil en R2		**174 N – 26 P – 335 K kg/ha** Sous forme de : - 20-0-33 : 870 kg/ha - tsp : 60 kg/ha - KCl : 80 kg/ha

Serdaf et Ferti-Run, des outils accessibles et faciles à utiliser

Vos analyses de sol et l'outil Serdaf sont accessibles en ligne sur https://smartis.re. N'hésitez pas à contacter le Cirad à l'adresse smartis@cirad.fr pour en savoir plus.

Avec l'outil Ferti-Run, élaboré par la Chambre d'agriculture et le Cirad, il est aussi possible de combiner une fertilisation organique et minérale, en s'appuyant sur les propriétés de l'ensemble des résidus organiques référencés dans le Guide la fertilisation organique à La Réunion. Ferti-Run peut aussi tenir compte du conseil de fertilisation proposé par Serdaf pour chaque cycle de culture.

DES CONSEILS SELON LE TYPE DE SOL OU LA FERTILISATION PASSÉE

Basé sur les propriétés de l'échantillon de sol analysé au laboratoire, le conseil délivré par Serdaf dépend à la fois du type de sol et des pratiques de fertilisation passées, tel qu'illustré par les deux exemples ci-dessous.

Exemple 1 ***Serdaf délivre un conseil différent lié aux propriétés spécifiques du type de sol***

Type de sol		Brun	Andique non perhydraté
Localisation parcelle		Saint-Louis	Saint-Benoît
Irrigation		Aspersion	Non irrigué
Type de coupe		Mécanique avec export paille 100 %	Mécanique avec export paille 100 %
Cycle de canne		R1	R1
Rendement espéré		120 t/ha	120 t/ha
Fertilisation N	Analyse	Nmin optimal : 150 kg/ha/an	
		Nmin analysé : 102 kg/ha/an	Nmin analysé : 186 kg/ha/an
	Diagnostic	La fourniture d'azote par le sol est jugée très insuffisante pour la culture. La fertilisation azotée doit donc être fortement renforcée	Votre sol est correctement pourvu en azote minéralisable. La fertilisation azotée doit simplement satisfaire aux besoins de la culture
	Conseil	**Apportez 230 kg N/ha**	**Apportez 170 kg N/ha**
Chaulage	Analyse	pH H_2O optimal : 5,50	
		pH H_2O analyse : 6,92	pH H_2O analyse : 4,68
	Diagnostic	Le pH de votre sol est correct	Votre sol est acide
	Conseil	**Pas de chaulage**	**Vous pouvez effectuer un apport de chaux calcique : 2,7 t/ha**
Fertilisation P	Analyse	P optimal : 100 mg/kg sol sec	
		P analyse : 131 mg/kg sol sec	P analyse : 317 mg/kg sol sec
	Diagnostic	L'offre du sol en P est correcte	La teneur en P du sol est élevée mais P est fortement fixé par le sol du fait de son pH très acide. Un apport fort est conseillé, en plus du chaulage
	Conseil	**Apportez 97 kg P/ha**	**Apportez 201 kg/ha**

Exemple 2 ***Dans le tableau ci-dessous, Serdaf délivre un conseil très différent, lié aux pratiques de fertilisation passées pour deux parcelles voisines situées sur un même type de sol***

Pratique		Engrais minéraux	Ecumes + engrais minéraux
Type de sol		Ferralitique	Ferralitique
Localisation parcelle		La Mare, Sainte-Marie	La Mare, Sainte-Marie
Irrigation		Aspersion	Aspersion
Type de coupe		Manuelle chargement mécanique/Paille laissée au champ	Manuelle chargement mécanique/Paille laissée au champ
Cycle de canne		R1 et R2	R1 et R2
Rendement espéré		130 t/ha	130 t/ha
Apport de matière organique	Diagnostic	0-110-309 NPK kg/ha	
	Décision planteur	0	Ecumes : 145 t/ha
Besoins en N kg/ha	Analyse	Nmin optimal : 150 kg/ha/an	
		Nmin analysé : 78 kg/ha/an	Nmin analysé : 134 kg/ha/an
	Diagnostic	Votre sol est légèrement déficient en azote minéralisable. La fumure azotée doit être renforcée	Votre sol est légèrement déficient en azote minéralisable. La fumure azotée doit être renforcée
	Apport souhaité	**Apportez : 194 (R1) - 194 (R2)**	**Apportez : 194 (R1) - 194 (R2)**
Besoins en P kg/ha	Analyse	P optimal : 100 mg/kg sol sec	
		P analysé : 47 mg/kg sol sec	P analyse : 245 mg/kg sol sec
	Diagnostic	L'offre du sol en P est faible, un appport important doit être envisagé	L'offre en P est forte. Pas d'apport en R1 et R2
	Apport souhaité	**Apportez : 187 (R1) - 187 (R2)**	**Pas d'apport : 0 (R1) - 0 (R2)**

DES RISQUES À MAÎTRISER

Au même titre que l'utilisation des produits phytopharmaceutiques en agriculture, les pratiques d'amendements et de fertilisation des sols, aussi vertueuses soient-elles, ne sont pas exemptes de risques pour l'environnement et la santé humaine. Plusieurs types de risques ont été identifiés et font actuellement l'objet de programmes de recherche.

Emissions d'azote dans l'air et effet de serre

Lors de l'apport, une partie non négligeable de l'azote des fertilisants peut être perdue par volatilisation ammoniacale. En plus de représenter une perte agronomique sèche, ces émissions peuvent avoir des répercussions environnementales et sanitaires. Issu de la transformation de l'azote du sol, le protoxyde d'azote (N_2O) est un gaz à effet de serre très puissant. Ses émissions sont exacerbées par des pratiques de fertilisation excessive.



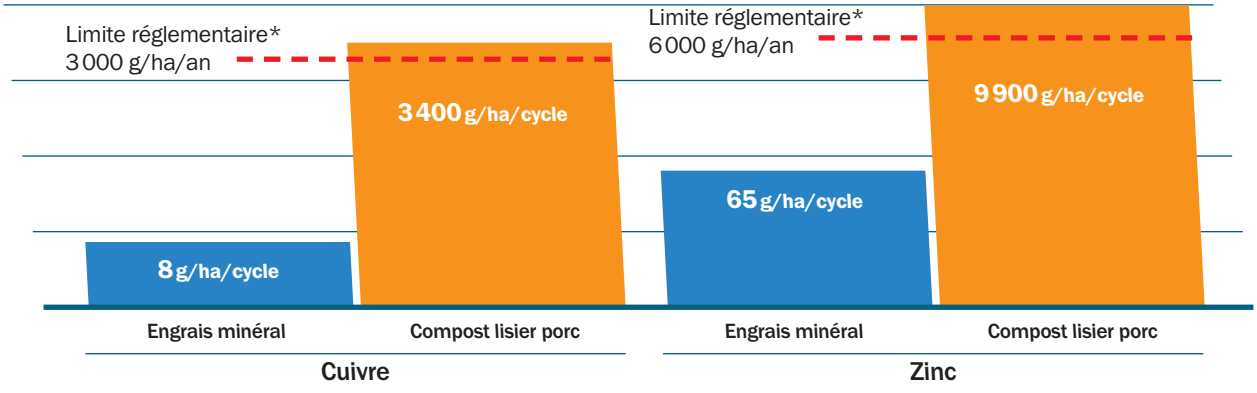
Enceinte de mesure des émissions de gaz à effet de serre lors de la fertilisation de la canne à sucre.

Excès de nitrate et de phosphore

En quantités trop importantes dans le sol, les ions nitrates (forme mobile de l'azote) et le phosphate peuvent être entraînés dans les nappes phréatiques, les cours d'eaux et le lagon et ainsi favoriser la prolifération de micro-algues (eutrophisation) qui altèrent la qualité des eaux. Du fait de son enracinement vigoureux et profond, la canne à sucre contribue a priori peu au risque d'eutrophisation, sauf pour le phosphore en cas d'érosion importante du sol.

Contaminants métalliques

Les engrais organiques, notamment les effluents d'élevage, sont d'importants pourvoyeurs de cuivre et de zinc, qui, en excès, sont toxiques pour les organismes vivants du sol (Cahier technique n° 45), à commencer pour la plante. Les travaux en cours tendent à montrer que ce risque reste faible dès lors que la fertilisation organique est bien raisonnée.



* Limites réglementaires imposées par la norme NFU 44-051 pour l'épandage des amendements organiques

Contaminants organiques

Les boues de station d'épuration (Step) comme les effluents d'élevage peuvent contenir des contaminants organiques tels que des résidus pharmaceutiques (antibiotiques, notamment) en très faible concentration. Le risque de voir ces contaminants s'accumuler dans le sol et dans la canne à sucre est en cours d'étude.

Contaminants biologiques

Ce risque concerne surtout les effluents bruts (lisiers et boues de Step) qui contiennent des organismes tels que des bactéries (*Escherichia coli*, par exemple) pouvant générer des maladies chez l'homme. Le risque est d'autant plus limité que les résidus organiques sont hygiénisés par chaulage ou compostage avant épandage et que les épandages sont réalisés suffisamment longtemps avant la récolte.