

SERVICE DE L'AGRICULTURE
DE LA MARTINIQUE.

BULLETIN 
 AGRICOLE

NOUVELLE SÉRIE.
Volume VII. — N° 3 & 4.
DÉCEMBRE 1938.

FORT-DE-FRANCE
IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT

1939

C039/022

Vol. VII. N° 3.

BULLETIN AGRICOLE DE LA MARTINIQUE.

Déc. 1938

Organe du Service et de la Chambre d'Agriculture.

L'EMPLOI DES ENGRAIS DANS LA CULTURE DE LA CANNE

PAR

D. KERVÉGANT

CHEF DU SERVICE DE L'AGRICULTURE
A LA MARTINIQUE.

CHAPITRE PREMIER

GÉNÉRALITÉS.

Lois de la croissance végétale et rendements

Le rendement des récoltes est la résultante de l'action de nombreux facteurs, les uns internes : facteurs génétiques (espèce, variété), les autres externes : facteurs climatiques (eau, température, lumière), nutritifs (structure et réaction du sol, éléments minéraux), parasitaires (insectes, cryptogames, etc.). La facilité avec laquelle les engrais permettent d'agir utilement sur la nutrition des plantes confère au problème de la fertilisation une importance toute spéciale. Mais il importe de ne pas oublier que celui-ci ne constitue qu'un des nombreux points qui doivent retenir l'attention de l'agriculteur.

On admet que les facteurs externes obéissent à deux lois générales, l'une qualitative, la *loi du minimum*, l'autre quantitative, la *loi d'action des facteurs de croissance*.

La première, qui a été découverte par Liebig, peut être énoncée comme suit : « L'importance du rendement obtenu est déterminée par l'élément qui se trouve en plus faible quantité relativement aux besoins de la récolte ».

Tous les facteurs de croissance peuvent devenir des facteurs limites. Tel est fréquemment le cas pour l'eau. Dans divers pays (Hawaï, Java, Maurice), on a pu établir des formules permettant d'estimer, avec une grande approximation, le rendement en cannes, d'après l'importance et la distribution de la pluviométrie. La température intervient surtout dans les régions subtropicales (Louisiane, Argentine, Nord de l'Inde), en raccourcissant la durée du cycle végétatif de la canne, mais aussi dans les parties hautes de la zone tropicale, en ralentissant la végétation. C'est ainsi qu'aux îles Hawaï, on a constaté que le développement de la plante était pratiquement négligeable au-dessous de 18° C. (Alexander). Agee a noté d'autre part une relation étroite entre le rendement en cannes et la lumière (luminosité et durée du jour). La faible épaisseur de la couche de terre végétale, la compacité du sol, la présence de certains éléments (aluminium, manganèse) à des doses toxiques, etc., peuvent aussi dans divers cas limiter la récolte.

Les doses d'engrais susceptibles d'être utilement employées seront d'autant plus élevées que les autres facteurs de croissance seront plus favorables et les méthodes culturales plus perfectionnées. Aux îles Hawaï, par exemple, où la durée de la végétation de la canne est de 18 à 24 mois et où l'irrigation permet de régler les quantités d'eau nécessaires à la plante, on donne jusqu'à 350 kgs. d'azote par hectare, tandis qu'en Louisiane, où les cannes sont récoltées au bout de 9 mois de végétation active, on considère qu'il n'y a pas intérêt à dépasser 45 kgs.

D'après la loi d'action des facteurs de croissance, énoncée par Mitscherlich, l'accroissement dy du rendement, résultant d'un accroissement dx d'un facteur de croissance, est proportionnel à la différence entre le rendement maximum A , susceptible d'être atteint quand le facteur varie seul, et le rendement y , correspondant à la valeur x du facteur (1):

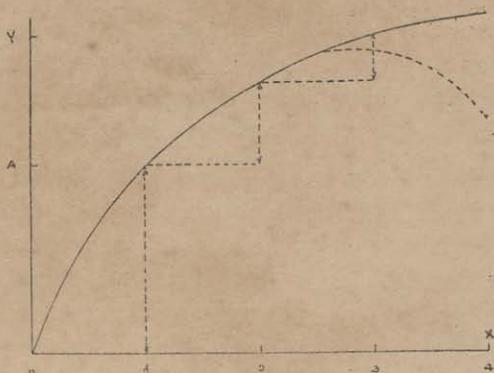
$$\frac{dy}{dx} = c (A - y)$$

Cette équation, mise sous la forme logarithmique, devient:

$$\log (A - y) = \log A - c x.$$

(1) Pratiquement on observe, particulièrement dans le cas de l'azote, des effets dépressifs, lorsque les facteurs de croissance dépassent une certaine limite.

La courbe des rendements est représentée par une exponentielle décroissante de la forme $y = K x^m$; à des accroissements égaux, x^1, x^2, x^3 , du facteur de croissance correspondent des excédents de rendement, y^1, y^2, y^3 , de plus en plus faibles.



c est le coefficient d'efficacité du facteur considéré. La

quantité x de ce facteur, nécessaire pour obtenir une fraction donnée du rendement maximum, est inversement proportionnelle à la valeur de c .

D'après Mitscherlich, le coefficient d'efficacité d'un facteur de croissance est constant et indépendant de la nature des cultures, des conditions météorologiques, etc. Sa valeur, pour les éléments fertilisants principaux, serait la suivante :

N.....	0.122
P ² O ⁵	0.63
K ² O	0.33

En fait, divers expérimentateurs ont trouvé que ces coefficients n'avaient aucune valeur générale. Le quotient d'efficacité de l'azote, par exemple diminue lorsque l'apport d'acide phosphorique ou de potasse croit; celui de P²O⁵ décroît quand la dose d'azote augmente. D'une façon générale, c est d'autant plus petit que les conditions de croissance sont plus favorables et les récoltes plus abondantes (Lemmermann).

Le rendement A n'est pas un maximum absolu, mais simplement un rendement limite relatif à la variation d'un facteur de croissance donné dans des conditions déterminées; il dépend des valeurs actuelles des autres facteurs de croissance. Il peut être atteint assez facilement en pratique dans le cas de l'acide phosphorique et de la potasse. Par contre, pour l'azote il n'est obtenu qu'avec des doses élevées, auxquelles se manifestent des phénomènes toxiques entraînant une dépression du rendement.

Pratiquement, le maximum de rendement accessible est fonction d'une part de la quantité maxima d'azote qui peut être appliquée utile-

tiennent à la plante, d'autre part du pourcentage d'azote contenu dans la plante entière. Plus ce dernier sera faible et plus la production de matière sèche pourra être portée à un maximum élevé, si du moins la dose d'azote tolérée par la plante reste la même.

Dans le cas de la canne à sucre (1), le rendement maximum théorique varie de 350 à 420 tonnes métriques par hectare, suivant la teneur en azote des différentes variétés (0.09 à 0.07 % en général). Que de tels chiffres ne correspondent pas à une simple vue de l'esprit, est bien démontré par les productions obtenues dans certains cas particuliers, où l'efficacité des divers facteurs de croissance est portée à un niveau très élevé.

C'est ainsi qu'en 1932, la « Hawaiian Sugar Co » a pu récolter, dans l'île de Kauai, sur une parcelle de 9 acres plantée en *H. 109*, 416 tonnes de cannes par hectare, ayant fourni un peu plus de 47 tonnes de sucre commercial (*I. S. J.* 1932, 319). En 1933, sur la plantation Ewa, 20 ha, en *H. 109* âgée de 22 mois environ, ont donné 843 tonnes de sucre (*F. A. S.* 1933, 367). Barke signale également avoir obtenu en 1932, à la « South Johnston Sugar Experiment Station » (Queensland) et avec la variété *Badila*, récoltée 16 mois après la plantation, un rendement de 361 tonnes à l'ha, correspondant à une production en sucre commercial de 574 quintaux. Willcox indique qu'au Mexique la *P. O. J. 2878* a pu donner, dans un terrain vierge et sans addition d'engrais, après 12 mois de végétation, 330 tonnes de cannes.

Il est évident que de pareils rendements ne sont réalisés en grande culture que d'une façon tout à fait exceptionnelle. En admettant que le maximum accessible puisse être approché par l'emploi d'engrais à haute dose, ce qui sera d'ailleurs rarement le cas par suite de l'intervention de divers facteurs limites, le supplément de dépenses occasionné par la fertilisation élèverait excessivement le revient de la canne. Le problème de la fumure dépend donc, en dernière analyse, du rapport existant entre le prix de vente du sucre et le prix d'achat des engrais. L'optimum économique pourra être situé à un niveau très inférieur du maximum susceptible d'être atteint dans des conditions données de climat et de sol.

(1) Pour la betterave sucrière, dont le taux d'azote atteint en moyenne 0.2 %, le rendement théorique maximum est seulement de 120 tonnes à l'ha. (racines nettoyées). On a signalé à diverses reprises, tant en Amérique qu'en Europe, des rendements effectifs de 80-90 tonnes de betteraves, correspondant à une production de 14-16 tonnes de sucre commercial par ha.

**Pertes en matières fertilisantes dues
à la culture de la canne**

De nombreuses analyses ont été faites, en vue de déterminer la composition minérale de la canne à sucre et des produits qu'elle fournit. Les résultats obtenus présentent de notables divergences. La quantité d'éléments minéraux contenus dans la plante, ainsi que les proportions relatives de feuilles, de racines et de tiges, varient, en effet, avec le milieu ambiant (climat, sol) et la variété de canne cultivée, tandis que la répartition des matières minérales dans les sous-produits dépend du taux d'extraction aux moulins, de la pureté des jus et des méthodes de fabrication.

N. Deerr a établi le bilan ci-après des principes fertilisants essentiels correspondant à une récolte nette de 1.000 tonnes de cannes. Les chiffres, qui sont donnés en livres anglaises (450 grs.), représentent les moyennes d'un grand nombre d'analyses.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Feuilles, sommités, racines.....	2.500	1.100	7.500	2.000
Tiges.....	1.000	1.000	3 000	500
Sucre (96°)	50	15	550	50
Mélasses	250	95	2.150	250
Bagasse	100	100	300	50
Tourteaux de presse	600	790	»	750 (1)

Les chiffres précédents sont évidemment susceptibles de subir d'amples variations. Ainsi, de Sornay a trouvé que les matières fertilisantes prélevées à l'île Maurice, par diverses variétés (*Louisier, Big Tanna, Fort Mackay, Tamarin, Sandal, etc.*) présentaient les extrêmes suivants, pour une récolte nette de 30.000 kgs de cannes :

Azote.....	33-71 kgs
Acide phosphorique.....	7-15
Potasse.....	40-135
Chaux.....	15-26
Magnésic.....	15-34

(1) Cette quantité est supérieure de 50 % à celle introduite par la canne dans la fabrication, car elle comprend aussi la chaux employée pour la défécation des jus.

Honig donne les quantités ci-après des éléments fertilisants (en kgs) enlevées à l'hectare par la *POJ 2878*, dans divers centres sucriers de Java :

Usines	Poids de cannes (tonnes)	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Wringinamon	158,6	139	525	35,1	35,7
Semboro	174,1	61,1	656	27,6	21,8
Winongan	156,9	60,4	422	21,5	28,1
Meritjan	143,5	52,7	317	29,5	32,6
Modjo	132,1	26,5	453	33,5	34,6
Klampok	163,2	41,9	145	57,7	68,8
Kalimati	107,1	32,5	41	35,7	53,3

Aux îles Hawaï, on considère que la canne prélève par ha. (rendement moyen 135 tonnes) 200 à 340 kgs d'azote, 80 à 150 kgs d'acide phosphorique et 450 à 675 kgs de potasse. Ayres a signalé que dans une parcelle maintenue en culture pendant 30 mois, la plante avait absorbé jusqu'à 800 lbs. de K₂O par acre (896 kgs par ha.).

Heureusement pour l'agriculteur, la majeure partie des principes fertilisants se trouve dans les résidus de la récolte (feuilles, sommités et racines), qui retournent normalement au sol, et dans les sous-produits de la fabrication (tourteaux de presse, cendres de bagasse, mélasse), qui sont aussi fréquemment employés comme engrais. Contrairement aux récoltes de grains, le sucre n'exporte que des quantités très faibles de matières fertilisantes. Les pertes qui se produisent au cours du cycle sont, sauf en ce qui concerne l'azote, peu appréciables et compensées par la solubilisation des réserves du sol. Si les résidus de la fabrication ne sont pas retournés à la terre, les quantités de principes fertilisants exportés atteignent en moyenne 45 kgs d'azote, 45 kgs d'acide phosphorique et 135 kgs de potasse environ, pour une récolte de 100 tonnes de cannes.

On s'explique en conséquence que la canne soit relativement peu épuisante et ait pu être cultivée, aux Antilles par exemple, pendant plus de deux siècles, pratiquement sur les mêmes terrains, en recevant seulement comme engrais un peu de fumier de ferme. Une terre présentant une bonne richesse naturelle fournira pendant longtemps des

rendements satisfaisants, sans qu'il y ait lieu de lui donner de fumure de restitution, la solubilisation des matières minérales du sol suffisant à couvrir les besoins des récoltes.

Cette façon de voir est illustrée par les observations de Harrison en Guyane anglaise. Une terre analysée en 1891, au commencement des expériences, dosait 0.0142 % d'acide phosphorique soluble dans l'acide citrique à 1 %. Après 20 années de culture en cannes, sans engrais, intercalée de 2 jachères nues, le taux d'acide phosphorique soluble fut ramené à 0.0100 %, représentant une diminution de 114 kgs de P^2O^5 par ha. dans les 20 cm. de terre superficielle. Pour la potasse, la proportion soluble dans l'acide citrique fut abaissée, de 0.0097 % en 1891, à 0.0043 en 1912, soit une perte de 129 kgs de K^2O par ha. Les quantités d'éléments exportés par les cannes récoltées au cours de la même période (16 récoltes) s'élevaient, d'après les évaluations d'Harrison, à 337 kgs d'acide phosphorique et à 615 kgs de potasse, ce qui indique une solubilisation, à partir du sol, de 226 kgs de P^2O^5 et 486 kgs de K^2O .

Il n'en est plus de même dans le cas de l'azote. La transformation des résidus des récoltes s'accompagne de pertes importantes en cet élément. D'autre part, les façons culturales accélèrent la combustion de l'humus; les nitrates qui ne sont pas utilisés par la plante cultivée sont entraînés par les eaux de pluie, au lieu d'être fixés par le sol comme l'acide phosphorique et la potasse. Bien que les quantités d'azote exportées par la canne soient relativement faibles, les réserves azotées du sol s'épuisent rapidement.

Harrison a trouvé que le taux d'azote d'une terre non umee était tombé, de 0.177 % à l'origine, à 0.087 % au bout de 20 années de culture en cannes. Il donne le bilan ci-après de l'azote dans les 20 cm. de terre superficielle (chiffres ramenés à l'ha.):

Azote dans le sol en 1891.....	4.680 kgs.
— ajouté par les pluies.....	64
-- dans le sol en 1912.....	2.295
— exporté par les récoltes.....	387
— perdu de 1891 à 1912	2.062

L'emploi des engrais minéraux azotés a bien permis de réduire les déperditions en azote, mais ce fut seulement par l'utilisation du fumier de ferme à hautes doses ou l'introduction d'une légumineuse dans l'assolement qu'il a été possible de les arrêter complètement.

Comme d'autre part le coefficient d'efficacité de l'azote est beaucoup plus faible que ceux de l'acide phosphorique et de la potasse, il s'en suit que, de tous les principes fertilisants, c'est l'azote qui devient généralement le facteur limite de la production. En fait dans la plupart des sols, exception faite seulement pour quelques terres vierges possédant d'importantes réserves de matières organiques, la canne répond nettement aux applications d'engrais azotés.

Il est cependant assez fréquent de constater que certains sols tropicaux, soumis depuis longtemps à la culture de la canne, accusent un pourcentage d'azote total relativement élevé. Ainsi, ceux de Maurice dosent en moyenne 0,25 - 0,30 % d'N, ceux de la Martinique 0,15 - 0,30 %. En France, au contraire, où les phénomènes d'oxydation de la matière organique sont cependant moins intenses, les terres de culture ne contiennent le plus souvent que 0,10 - 0,15 % d'azote. La richesse relative des vieilles terres à canne paraît due à ce que l'on y incorpore habituellement les pailles de canne, lesquelles laissent, par suite de leur rapport C/N élevé, un résidu humique important. L'azote de ces sols, lié à des combinaisons très résistantes, est d'ailleurs difficilement mobilisable et ne peut servir que dans une faible proportion aux besoins des récoltes.

Les sols latéritiques acides sont fréquemment déficients en acide phosphorique. Tel est le cas notamment pour les terres à canne de l'Afrique du Sud, où les phosphates constituent souvent les seuls engrais utilisés. La déficience en potasse est moins accentuée. Elle apparaît cependant dans les terres sablonneuses fortement arrosées, et même dans certains sols argileux compacts, surtout s'ils sont cultivés depuis longtemps.

En fait, les vieilles terres à canne, telles qu'on en rencontre aux Antilles françaises, à Porto-Rico, à Maurice, etc., exigent, en raison de leur épuisement en principes fertilisants, l'emploi de fumures complètes, pour donner des rendements satisfaisants.

Absorption des éléments fertilisants par la canne

De même que les quantités globales des éléments minéraux prélevés, la marche de l'absorption de ces derniers par la canne est fonction de la variété, et, à l'intérieur d'une variété déterminée, des conditions climatiques et agrolologiques. D'une façon générale, la proportion des matières minérales, sauf toutefois en ce qui concerne la silice, est d'autant plus élevée que la plante est plus jeune.

Les premières études relatives à la question paraissent avoir été faites par Rouf, à la Martinique. L'analyse de la canne, à diverses périodes de sa végétation, a donné à cet auteur des résultats ci-après, en kgs. par ha. Les colonnes 2 et 3 se rapportent au poids de la plante entière (racines non comprises). Les cannes avaient été plantées le 20 décembre 1878 et étaient par suite âgées, en juillet 1879, de 7 mois.

Époques		Récolte fraîche	Récolte sèche	N	P ² O ⁵	K ² O	CaO	MgO
—		—	—	—	—	—	—	—
1879	20 juillet . . .	53.025	3.085	32.5	26.4	70.2	21.6	17.1
—	20 août	105.950	13.605	40.0	45.5	109.7	41.4	37.9
—	22 septembre.	125.600	20.525	62.8	69.7	134.7	49.1	44.1
—	28 octobre . . .	151.050	29.748	102.6	90.2	168.2	65.0	68.0
—	25 novembre.	168.780	37.610	148.2	133.7	296.7	84.9	71.7
—	25 décembre .	165.960	41.414	167.6	139.6	336.6	91.2	80.1
1880	28 janvier . . .	160.420	46.627	189.3	132.8	252.7	132.4	128.0
—	28 février . . .	166.356	49.570	210.2	123.2	241.5	158.8	140.5
—	8 avril	161.722	46.895	154.9	130.8	240.3	125.9	115.6

L'absorption des éléments fertilisants, modérée au début, est complète au douzième mois pour l'acide phosphorique et la potasse, et au quatorzième mois pour l'azote, la chaux et la magnésie. A partir de ces époques, il se produit une élimination des éléments minéraux, due principalement à la chute des vieilles feuilles. Il s'en suit qu'au point de vue économie des matières fertilisantes, il y a avantage à ne récolter la canne qu'au moment de sa complète maturité, époque à laquelle la proportion des éléments minéraux est minima.

Ce point est également bien mis en évidence par de Sornay, qui a calculé les quantités d'éléments fertilisants (en kgs) contenus dans la variété *Big Tanna*, au cours des 7 mois précédant la récolte, et correspondant à la production de 4.000 kgs. de matière sucrée :

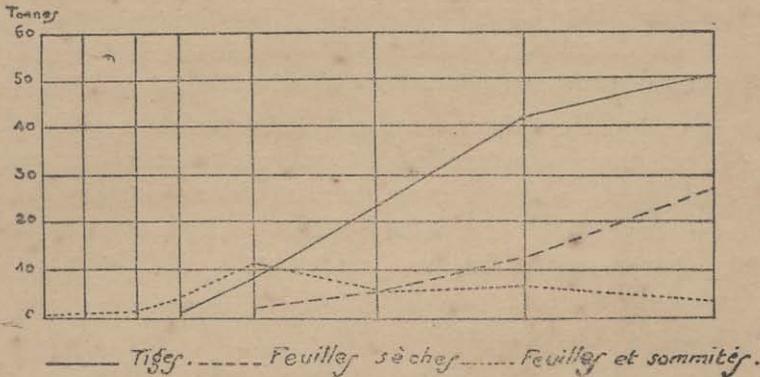
Époques	Tiges				Plante entière			
	N	P ₂ O ₅	K ² O	CaO et MgO	N	P ₂ O ₅	K ² O	CaO et MgO
Mai... ..	5.0	2.9	29.1	8.8	64.0	23.7	180.6	50.0
Juin.....	4.8	2.0	12.1	6.4	24.0	8.9	61.3	30.0
Juillet.....	3.6	1.5	9.2	5.1	19.0	6.8	48.7	24.0
Août.....	4.7	1.7	8.4	4.7	21.0	4.4	32.1	22.0
Septembre....	3.7	1.6	7.1	4.6	12.0	3.9	25.2	14.0
Novembre....	3.0	1.7	6.6	4.5	7.0	2.6	15.3	8.0

La diminution du taux de potasse au fur et à mesure que l'on approche de la maturité est particulièrement nette. Il paraît y avoir reflux de cet élément vers les racines, accompagné de pertes par excrétion.

Aux îles Hawaï, où la végétation de la canne est normalement de 18 à 24 mois, Stewart a trouvé que les quantités de matières fertilisantes absorbées par la variété *H 109*, aux différents stades de son développement, étaient les suivantes (en kgs par ha) :

Epoques	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1 ^{er} avril 1927..	0.67	0.27	1.3	0.11	0.22
27 mai 1927....	19.5	4.8	32.7	6.0	8.6
1 ^{er} juillet 1927.	51.7	13.6	118.1	14.0	22.1
5 octobre 1927.	131.0	67.2	346.0	63.8	95.2
20 février 1928..	140.0	44.8	345.0	56.0	80.6
31 juillet 1928..	209.4	69.4	432.3	110.9	148.9
26 février 1929..	213.9	81.7	445.7	163.5	169.1

Les variations de la matière sèche des différentes parties de la plante aux mêmes époques sont données par le graphique ci-après (en tonnes par ha):



Il résulte des observations de Stewart que c'est au huitième mois que l'absorption atteint la plus grande importance pour les 3 éléments fertilisants essentiels, la canne renfermant à cette époque 61, 82 et 77 % des quantités globales de N, $P^{2}O^{5}$ et $K^{2}O$ qu'elle absorbe pendant toute la durée de sa végétation.

A Java, où la canne est récoltée 12 à 16 mois après la plantation, l'absorption des matières minérales est pratiquement complète à partir du 9^e-11^e mois (Honig).

Selon Ayres (Hawaï), l'intensité de l'absorption dépend plutôt de l'âge, ou stade de développement de la canne, que de la rapidité de croissance de la plante. Les analyses effectuées par cet auteur sur des rejetons de *H. 109* l'ont amené à conclure que, sauf pour la silice, cette intensité est maxima à 3 mois, époque où se produit 10 % environ de l'absorption totale de la première année pour l'acide phosphorique et la potasse, et près de 25 % pour l'azote. À partir de 6 mois, dans le cas de N, et de 10 mois, dans celui de Ca, Mg et K, la rapidité de l'absorption diminue. Pour P et Si, elle s'est maintenue généralement constante jusqu'à 14 mois, moment où les expériences furent arrêtées.

Engrais minéraux et engrais organiques.

Pendant longtemps, le seul engrais utilisé dans la culture de la canne a été le fumier de ferme. Jusqu'à la fin de la dernière décade, on employait encore, dans divers pays sucriers (Antilles, Maurice), une moyenne de 40-50 tonnes de fumier à l'hectare, et parfois jusqu'à 100 tonnes (Barbade). Pour se procurer ces quantités d'engrais, on était souvent obligé d'entretenir, sur les propriétés, un cheptel vif bien supérieur à celui qui aurait été nécessaire pour les travaux agricoles.

Avec le développement du machinisme et l'enchérissement de la main-d'œuvre, la production du fumier de ferme est devenue une opération très onéreuse. Aussi a-t-on presque partout réduit fortement les doses utilisées et même, dans certains pays (Hawaï, Java, etc.), abandonné complètement son emploi, au profit des engrais chimiques, qui fournissent les éléments fertilisants à un prix de revient sensiblement plus bas et sont d'épandage plus facile.

On a fait ressortir que le fumier, à partir d'une certaine dose, n'avait plus d'action bénéficiaire sur les rendements. Saint, par exemple, à la Barbade, a montré que des quantités supérieures à 10-15 tonnes par acre n'augmentaient pas ou très peu le tonnage des cannes vierges, et que leur action résiduaire sur les rejetons était masquée par les apports normaux d'engrais minéraux. Turner, à Trinidad, a constaté que la dose optima était de 15 tonnes par acre, pour l'ensemble canne vierge et 3 rejetons, et de 10-12 tonnes, si l'on tient compte seulement de la canne vierge et du premier rejeton. Au dessus de ces quantités, le rendement argent diminue rapidement, pour descendre à 0 avec un apport de 25-30 tonnes de fumier à l'acre.

D'autre part, si le sol est déficient en un élément fertilisant, le fumier seul ne permet pas d'obtenir le rendement maximum, sans l'appoint d'engrais chimiques. Dans plusieurs séries d'expériences, Saint a constaté que l'on obtenait des augmentations de rendement, en ajoutant du sulfate d'ammoniaque et du sulfate de potasse à une fumure de base au fumier de parc, que celle-ci fût de 10, 20 ou 30 tonnes à l'acre. On considère à Java, à la suite de nombreux essais en plein champ, que le fumier ne peut jamais être substitué complètement au sulfate d'ammoniaque, sans entraîner une réduction de tonnage (Booberg).

Enfin, des observations faites dans de nombreux pays sucriers amènent à conclure que le fumier et les autres engrais organiques

peuvent être complètement remplacés par des engrais minéraux convenablement équilibrés. A la Barbade, un mélange de sulfate d'ammoniaque et de sulfate de potasse, apportant par acre 60 lbs. d'N et 100 lbs. de K^2O , a donné des récoltes aussi bonnes ou meilleures qu'un apport de 30 tonnes de fumier, avec un prix de revient inférieur de 30 à 40 % (Saint). A Trinidad, un engrais complet dosant, par acre, 96 lbs. d'N, 375 lbs. de P^2O^5 et 60 lbs. de K^2O , a permis d'obtenir des rendements aussi élevés que 30 tonnes de fumier sur canne plantée, et 20 tonnes de fumier pour l'ensemble canne plantée et 3 rejetons. A Java, on a également montré que le fumier pouvait être complètement remplacé par les engrais minéraux (Demandt).

Il est vrai que la canne abandonne sur le sol une quantité importante de paille qui, après décomposition plus ou moins complète, est généralement incorporée à la terre, ce qui représente un apport organique très appréciable. Il arrive cependant que cette paille soit brûlée, en vue de faciliter la coupe des variétés à feuilles adhérentes (*Uba*), ou les opérations ultérieures de culture.

Tel est notamment le cas de la plupart des plantations des îles Hawaï, où par surcroît les terres sont cultivées en canne d'une façon continue, sans assolement, et ne reçoivent que des engrais chimiques à hautes doses. Les seules matières organiques retournées à la terre sont les tourteaux de presse et, plus rarement, les mélasses de sucrerie. Bien que cette pratique soit en usage dans certains centres depuis 80 à 90 ans et généralisée depuis 40 ans, la productivité des terres n'a jamais été aussi élevée qu'aujourd'hui. Des analyses récentes ont montré, par ailleurs, que la teneur du sol en éléments fertilisants assimilables était plus élevée qu'autrefois.

Il serait cependant dangereux de conclure, d'après l'exemple des îles Hawaï, qui illustre si remarquablement le succès d'un système de fertilisation exclusivement minérale, que l'emploi des seuls engrais chimiques doit permettre de maintenir partout la fertilité à un niveau élevé. Le type de sol et le climat paraissent avoir à cet égard une influence prépondérante. Aux Hawaï, les terres possèdent en général une bonne constitution physique, tandis que la conservation de l'humus est facilitée par les conditions du climat et par le système de culture: les cannes n'étant récoltées qu'au bout de 18 mois à 24 mois, le sol reste ombragé et les façons d'entretien sont réduites. Enfin l'emploi de fortes fumures chimiques permet la production d'une quantité élevée de racines

(1 tonne de matière sèche environ pour 40 tonnes de cannes récoltées), qui suffirait à assurer le renouvellement de la matière organique du sol (Moir).

Par contre, dans d'autres pays sucriers, l'emploi des engrais organiques est considéré comme indispensable pour parer à la stérilisation des terres. Il en est ainsi notamment en Louisiane, à Formose et à l'île Maurice, où l'on cultive la canne en assolement avec une légumineuse, que l'on enfouit comme engrais vert. Bonnazi a mis en évidence la nécessité de restaurer la perméabilité des sols de Cuba, qui deviennent imperméables après quelques années de culture, en y incorporant fréquemment des matières organiques à rapport C/N élevé. Les agronomes de l'Inde (Howard, Anstead, Jackson) ont particulièrement insisté sur les avantages des engrais organiques, qui peuvent donner dans les terres de ce pays, appauvries par le « clean weeding » et l'érosion, des résultats très supérieurs aux engrais chimiques (1).

Il importe, en effet, de ne pas apprécier la valeur des engrais organiques uniquement d'après les matières fertilisantes qu'ils contiennent. L'humus résultant de leur décomposition joue un rôle important dans les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols. Il influence favorablement la structure, en augmentant l'état d'agrégation et la stabilité mécanique des agrégats. Il accroît la capacité du sol pour l'eau et régularise le mouvement de celle-ci. Au point de vue chimique, l'humus augmente le pouvoir tampon du sol, dont la réaction est par suite régularisée, et contribue à la solubilisation de certains éléments minéraux et à leur assimilation par les plantes. Enfin, il constitue un milieu propice au développement des microorganismes, sur lesquels les engrais chimiques exercent une influence presque nulle et dont l'activité est généralement en relation étroite avec la productivité des terres.

Alors que les engrais minéraux agissent presque uniquement sur la culture à laquelle on les applique et ne possèdent en général qu'une faible action résiduaire, les engrais organiques conservent ou même accroissent la fertilité permanente du sol. Les observations d'Harrison, en Guyane anglaise, sont à cet égard caractéristiques. Cet auteur a

(1) Des constatations analogues ont été faites dans les régions tempérées. « Bien souvent, écrit Demolon, parlant des terres de France, la fertilité de nos sols a diminué en même temps que les apports de fumier ».

établi le bilan de l'azote, après 10 années de culture en cannes, dans une terre recevant diverses formules de fumure.

Traitement	Azote dans le sol en 1891	Azote ajouté par les engrais 1891-1902 en lbs.	Azote enlevé par les récoltes 1891-1902 en lbs.	Azote dans le sol en 1902
Sans engrais.....	0,177	0	210	0.156
Phosphate et potasse	—	0	210	0.133
Sulfate d'ammoniaque.....	—	320	264	0.146
Phosphate, potasse et sul- fate d'ammoniaque.	—	480	280	0.136
Nitrate de soude.....	—	480	259	0.156
Phosphate, potasse et ni- trate de soude.....	—	540	263	0.129
Fumier de ferme et sulfate d'ammoniaque.....	—	1.188	282	0.213
Fumier de ferme et nitrate de soude.....	—	1.204	282	0.213

Dans les deux dernières parcelles, qui recevaient en cannes plantées du fumier de ferme à haute dose et en rejets du sulfate d'ammoniaque (200 lbs. par acre) ou du nitrate de soude, le pourcentage d'azote du sol a été augmenté de 0.036 %, tandis que dans les autres il s'est trouvé sensiblement réduit. Si l'on considère les quantités d'azote existant dans les 20 cm. de terre superficielle, les pertes en cet élément ont varié de 508 à 1435 lbs. par acre pour les parcelles fumées aux engrais minéraux, alors que le gain des parcelles recevant du fumier de ferme a été de 902 lbs. par acre.

On peut conclure de cette discussion que la solution à apporter au problème de la fertilisation dépendra essentiellement des conditions locales. Dans une terre de bonne constitution physique et convenablement pourvue en humus, la fumure minérale sera la plus avantageuse au point de vue économique, les résidus des récoltes suffisant à maintenir un pourcentage satisfaisant de matières organiques. Par contre, si le sol est appauvri par une longue culture ou possède des caractéristiques physiques peu favorables (terres très légères ou très fortes), l'emploi

d'engrais organiques à hautes doses se montrera très utile, sinon indispensable. Dans les cas les plus courants, la meilleure solution sera l'utilisation au maximum des ressources de l'exploitation en matières organiques, avec des engrais minéraux à titre complémentaire.

On ne saurait en tous cas suivre les agronomes de l'ancienne école qui conseillent d'entretenir sur les exploitations des animaux en vue de la production du fumier, et font dépendre l'importance du cheptel de la quantité de fumier nécessaire (F. Martin). Le prix de revient de l'engrais organique obtenu dans ces conditions est excessif. Une conception économique plus saine consiste à ne conserver que le nombre de têtes de bétail strictement indispensable pour assurer les travaux agricoles, et à s'adresser à des sources meilleur marché (fumier artificiel, engrais verts) pour compléter la fumure. Il sera aussi le plus souvent contre-indiqué d'acheter dans le commerce des engrais organiques (tourteaux, crottin de mouton), qui fournissent l'unité fertilisante à un prix trop élevé.

CHAPITRE II.

DÉTERMINATION DES BESOINS EN ENGRAIS

A la suite des travaux de Liebig sur la nutrition minérale des végétaux, on avait pensé pouvoir déterminer, par l'analyse chimique de la plante d'une part et celle du sol d'autre part, les quantités d'engrais nécessaires aux récoltes. Cette conception, trop simpliste, a dû être abandonnée. On reconnaît aujourd'hui que les diverses méthodes de laboratoire, pour donner des résultats utilisables, doivent être rapprochées d'essais culturaux, de manière à assurer la concordance de leurs indications et légitimer les généralisations nécessaires.

Les méthodes utilisées pour apprécier la richesse du sol en principes fertilisants peuvent être classées en deux grands groupes : les méthodes analytiques, dans lesquelles on analyse le sol lui-même par divers procédés, et les méthodes physiologiques, où l'on emploie la plante comme réactif.

Méthodes analytiques.

On admet généralement que la détermination du taux d'azote ne permet pas de se rendre compte des besoins d'une terre en cet élément. C'est ainsi que dans les sols de Maurice, qui dosent 0,2 à 0,5 % d'N total, les engrais azotés ont une action très nette sur le rendement de la canne, tandis qu'au Pérou, où le pourcentage d'N est de 0,10 à 0,15, ils n'agissent pas sur les cannes plantées et seulement d'une façon faible sur les premiers rejetons.

Ceci est dû à ce que l'utilisation de l'azote par la plante est liée à son évolution biologique dans le sol. Dans le cas de terres renfermant de fortes réserves azotées, la rapidité de l'ammonification et de la nitrification peut n'être pas assez grande pour subvenir aux besoins des récoltes. On peut même affirmer que la presque totalité des sols présentent une

insuffisance en azote assimilable. L'expérimentation culturale seule permettra de préciser les doses qui pourront être appliquées économiquement dans chaque cas particulier.

Cependant, d'après Yuen et Hance, le dosage de l'azote nitrique et ammoniacal (considéré comme représentant l'azote assimilable) donnerait des indications utiles. Par l'emploi des méthodes colorimétriques R. C. M., on classe, aux îles Hawaï, les sols d'après les « niveaux de fertilité » ci-après :

Fertilité	Azote %	Azote en lbs. par acre pied.
Faible	— 0.001	— 25
Douteuse	0.001-0.002	25-50
Moyenne	0.002-0.004	50-100
Elevée	+ 0.004	+ 100

En pratique, ce sont les niveaux « fertilité faible » et « fertilité élevée » qui sont les plus significatifs. Dans le premier cas, on peut négliger l'azote existant dans le sol et considérer que l'on doit fournir sous forme d'engrais tout l'azote nécessaire aux besoins de la récolte. Dans le second, il y a lieu, pour l'estimation des quantités d'azote disponibles, de réduire de 50 % le chiffre obtenu, de façon à tenir compte des fluctuations subies par l'azote nitrique et ammoniacal sous l'influence de causes variées.

L'analyse chimique fournit, pour l'acide phosphorique et la potasse, des indications plus intéressantes que pour l'azote. Elle a permis de fixer des limites maxima, à partir desquelles on n'observe plus aucune réponse aux engrais, et minima, au-dessous desquelles l'apport de matières fertilisantes s'impose d'une façon impérieuse, sous forme de fumure massive. Toutefois entre ces deux extrêmes, l'expérimentation culturale se montre nécessaire pour préciser l'importance des doses d'engrais à utiliser.

L'attaque du sol à l'aide de réactifs violents (acide fluorhydrique, acide chlorhydrique ou acide nitrique concentrés), qui fut pendant longtemps pratiquée dans les stations agronomiques, ne fournit en général que des résultats de peu de valeur pratique. En ce qui concerne le cas particulier de la canne à sucre, les observations de Mc George aux îles Hawaï, par exemple, ont montré qu'il n'existait aucune corrélation

entre les quantités P^2O^5 et de K^2O solubilisées par les réactifs ci-dessus et la réponse des récoltes aux apports d'engrais phosphatés et potassiques. Toutefois, ces déterminations permettent de se rendre compte de l'importance des réserves du sol, ce qui peut être utile pour l'établissement d'un programme permanent de fertilisation, et même, dans des conditions déterminées de sol et de climat, de préciser parfois certaines déficiences actuelles. C'est ainsi qu'à Java, on considère que les terres contenant moins de 0.061 % de P^2O^5 soluble dans HCl à 22.9 % sont susceptibles de répondre aux applications d'engrais phosphatés.

La tendance actuelle est de doser les éléments du sol « assimilables », au moyen de réactifs peu énergiques. Il existe de nombreuses méthodes, dont la concordance est d'ailleurs assez variable et qui fournissent des résultats plus ou moins intéressants suivant le type de sol et la culture considérés.

La *méthode citrique*, préconisée par Dyer en 1898 et plus ou moins modifiée depuis, a été et est encore fréquemment utilisée. D'après Mc George, il existerait, pour les terres des îles Hawaï, une concordance remarquable entre les quantités d'acide phosphorique et de potasse solubles dans l'acide citrique à 1 %, après 6 heures d'agitation et un repos de 12 heures, et la réponse de la canne aux apports d'engrais. La réponse est en général nulle dans les sols renfermant 0.004 % de P^2O^5 et de 0.03 % de K^2O (1). Au-dessous de 0.025 % de P^2O^5 et de 0.02 % de K^2O , les terres réagissent généralement aux engrais phosphatés et potassiques. L'auteur attire cependant l'attention sur la nécessité de tenir compte, dans l'interprétation des résultats de l'analyse, de la teneur du sol en silice soluble, qui agit sur la solubilisation de l'acide phosphorique, et en chaux, qui intervient dans celle de l'acide phosphorique et de la potasse. La limite minima indiquée ci-dessus pour l'acide phosphorique s'entend pour une terre dont le pH est égal ou inférieur à 5.5 et le taux de silice faible.

En Guyane anglaise, Harrison a trouvé qu'au-dessus de 0.007 de P^2O^5 et de 0.006 de K^2O solubles dans l'acide citrique à 1 % (agita-

(1) Des recherches ultérieures ont montré que ces limites devaient être portées, pour l'acide phosphorique, à 0.006 dans certaines terres hautes très acides, et pour la potasse, à 0.04 dans les régions sèches et à 0.05-0.06 dans les régions fortement arrosées.

tion de 5 heures), la terre renfermait pratiquement assez de matières fertilisantes pour subvenir aux besoins de la canne. Lorsque le taux de l'acide phosphorique et de la potasse est inférieur à 0.005 %, l'emploi de fortes fumures phosphatées est indiqué, tandis que l'addition de sels de potasse aux formules d'engrais a une répercussion heureuse sur les rendements.

Au Pérou, Lopez Dominguez indique les limites maxima de 0.027 % de P_2O_5 et de 0.126 % de K_2O , auxquelles l'action des engrais cesse de se faire sentir sur les récoltes de cannes.

A Java, où l'on utilise comme réactif l'acide citrique à 2 %, on admet que si le taux d'acide phosphorique soluble est inférieur à 0.004 %, il y a déficience marquée du sol en phosphates. De 0.004 à 0.008, la canne répond d'ordinaire aux apports d'engrais, tandis qu'au-dessus de 0.008 % de P_2O_5 la réponse n'est que rarement marquée. Des expériences récentes ont cependant montré que la limite maxima devait être fixée plutôt à 0.009 %.

La méthode citrique donne parfois des résultats aberrants, notamment pour l'acide phosphorique dans les sols fortement latérisés.

La méthode de *Truog*, qui utilise comme solvant l'acide sulfurique dilué et additionné de sulfate d'ammoniaque de façon à avoir un pH de 3, est actuellement employée dans divers pays à cannes (Trinidad, Demerara, Maurice, Australie), pour la détermination de l'acide phosphorique assimilable. Elle est plus rapide que celle à l'acide citrique et donne des résultats satisfaisants. D'après Kerr et von Stieglitz, au Queensland, les sols renfermant 0.0035 % ou plus de P_2O_5 soluble dans SO_4H_2 à N/100 (sans addition de sulfate d'Am.) après 16 heures d'agitation, ne répondent pas à l'application d'engrais phosphatés. Quelques exceptions existent cependant dans le cas des limons schisteux et sablonneux. Bourne, en Guyane anglaise, indique comme limite d'action des phosphates, le taux de 0.0018 % de P_2O_5 soluble dans SO_4H_2 à 0.002 N.

La méthode de la *concentration critique d'équilibre*, due à Demolon présente l'avantage de tenir compte à la fois des réserves en acide phosphorique et du pouvoir absorbant du sol vis-à-vis de cet élément. D'après les observations faites en France, une constante d'équilibre supérieure à 30 indique une richesse suffisante en phosphates. De 3 à 30 les sols réagissent modérément aux engrais, tandis qu'au dessous de 3.0 des apports élevés de phosphates s'imposent. La méthode a été utilisée avec succès à Java par Venema. Cependant, d'après Aubert, elle ne donnerait

des résultats réellement intéressants que dans les terres non calcaires, ayant un pouvoir absorbant appréciable. Lorsque le pouvoir absorbant n'a qu'une importance réduite, il serait préférable d'effectuer le dosage des phosphates solubles.

En ce qui concerne la détermination du besoin en potasse des sols, on admet actuellement que la méthode la plus indiquée est celle qui consiste à doser la réserve de *potassium échangeable*, par déplacement au moyen de l'acétate d'ammoniaque en solution normale. Les résultats sont très voisins de ceux obtenus par la méthode Schloesing-de Sigmond, utilisant l'acide nitrique dilué et la plus généralement adoptée par les stations agronomiques de France, mais cette dernière est d'exécution moins facile.

D'après Saint, les sols de la Barbade renfermant un taux de K échangeable supérieur 14-16 mgrs par 100 grs de terre sont suffisamment pourvus en cet élément, pour subvenir aux besoins des récoltes de cannes normales (70 tonnes par ha). Suivant les observations de Turner à Trinidad, la réponse aux engrais potassiques est douteuse lorsque la terre renferme plus de 90 parties par million de K_2O échangeable.

Au Queensland, Kerr et von Stieglitz ont constaté qu'à partir de 0.18 M. E. de K échangeable par 100 grammes de sol (déplacement par HCl à N/50), les engrais n'agissaient plus que rarement. Au-dessous de cette limite les résultats sont très variables, surtout dans les terres schisteuses et sablonneuses. Il importe d'ailleurs de tenir compte, dans l'interprétation des résultats, de la richesse du sol en chaux et en magnésie: plus celle-ci est élevée et plus la limite de la réponse aux engrais potassiques est faible, en raison des réactions d'échange auxquelles ces bases donnent lieu.

Dans la *méthode Neubauer*, au lieu d'employer des réactifs chimiques comme solvants des principes fertilisants du sol, on utilise des plantules en voie de germination. L'auteur considère le sol comme suffisamment pourvu, quand 100 germes extraient de 100 grs de terre 24 mgrs de K_2O et 8 mgrs de P_2O_5 . D'après Jacob, cette méthode aurait donné des résultats intéressants à Java, par l'emploi du riz comme indicateur (au lieu du seigle en Europe) et pour la potasse. Il y aurait dans le cas de K_2O une bonne concordance (70 %) entre les essais en pot et les résultats fournis par l'expérimentation culturale. En ce qui concerne l'acide phosphorique, la corrélation est beaucoup moins satisfaisante.

Signalons enfin le développement pris au cours de ces dernières années par les procédés de microdosages rapides, au moyen d'indicateurs colorés. S'ils ne possèdent pas le degré de précision des techniques de laboratoire, ils présentent du moins l'avantage de pouvoir être employés par les planteurs eux-mêmes et de permettre une classification des sols suivant des « niveaux de fertilité ». Sous le nom de « rapid chemical methods » (R. C. M.), ils sont largement utilisés sur les plantations et dans les usines des îles Hawaï, où ils tendent à remplacer la méthode citrique. Les indications obtenues par ces méthodes présentent d'ailleurs en général une bonne corrélation avec celles fournies par la méthode de Mitscherlich (Hance).

Méthodes physiologiques.

Les carences alimentaires, quand elles sont accentuées, se traduisent par des modifications plus ou moins prononcées de l'aspect normal des plantes.

D'après les observations faites par van den Honert, à Java, la déficience en azote chez la canne à sucre est indiquée par une coloration vert clair des feuilles, qui en dépérissant prennent une teinte jaune vif. Les entrenœuds tendent à s'allonger et le nombre des tiges formées est moins grand.

Selon Martin (Hawaï), certaines variétés, notamment la *H. 109*, présenteraient en outre une coloration rouge clair de la tige, tandis que le système racinaire serait plus développé que chez les cannes normalement alimentées.

Le symptôme le plus typique du manque d'acide phosphorique est, d'après van den Honert, une réduction du tallage, beaucoup plus marquée que dans le cas d'insuffisance en azote. Les tiges secondaires demeurent rabougries, ne manifestent aucune tendance à s'allonger et finalement meurent. Si la déficience en acide phosphorique est moins accentuée, la taille des tiges primaires peut être plus élevée que celle des cannes normalement alimentées. Kenjo, à Formose, a également observé, dans le cas de carence en P_2O_5 un arrêt du tallage, une coloration brun jaunâtre des vieilles feuilles, une réduction de la longueur et de la largeur des tiges ainsi que de la longueur et du diamètre des entrenœuds, une élévation des racines, qui prennent une teinte brun rougeâtre. Il n'y a pas de réduction marquée du taux de saccharose du jus, mais le

pourcentage de sucres réducteurs est abaissé. Martin, aux îles Hawaï, a signalé la grande susceptibilité du système racinaire aux attaques du *Pythium* (pourridié).

Les symptômes du manque de potasse, qui se manifestent vers le cinquième mois de végétation, d'après van den Honert, sont caractéristiques. Sur le bord des feuilles apparaissent d'étroites bandes jaunes, s'étendant de la pointe jusqu'au milieu du limbe. La bande s'élargit avec le temps et la feuille meurt graduellement. La nervure médiane des feuilles présente des taches rouges, dues à la coloration des membranes des cellules situées au voisinage de la face supérieure de la nervure. Lorsque les cannes avancent en âge, le jaunissement du limbe s'atténue, mais les taches rouges de la nervure demeurent. Le tallage est beaucoup moins affecté que dans le cas de carence en azote ou en acide phosphorique.

Des observations analogues ont été faites par Martin et par Suzuki et Kenjo. Le premier de ces auteurs a signalé en outre la présence sur le limbe de petites macules chlorotiques, qui brunissent par la suite, mais ce symptôme ne serait pas caractéristique du manque de potasse (van den Honert). Les jeunes feuilles présentent aussi une coloration verte plus foncée que chez les plantes normalement alimentées. La différence de teinte est toutefois peu accentuée et ne peut être décelée qu'en plaçant les plantes côte à côte. La richesse des jus en saccharose et en sucres réducteurs est nettement plus faible chez les cannes manquant de potasse (Hartt, Kenjo), tandis que les feuilles contiennent davantage d'azote et de cendres (Kenjo).

D'une façon générale, l'insuffisance d'un élément nutritif se manifeste par une réduction du poids relatif des tiges, par rapport à celui des feuilles et des racines (van den Honert).

L'inconvénient de la méthode précédente est de ne s'appliquer qu'à des cas limites, où la déficience en éléments fertilisants est très prononcée.

On a pensé aussi pouvoir se baser sur la teneur du vesou en acide phosphorique et en potasse, pour déterminer les besoins du sol en ces éléments. Walker, aux îles Hawaï, a suggéré qu'au-dessus de 0.02 % de P_2O_5 et de 0.1 % de K_2O , dans le jus du premier moulin, le sol pouvait être considéré comme suffisamment riche, la limite au-dessous de laquelle l'emploi des engrais s'impose correspondant à 0.01 % de

P_2O_5 et 0.05 % de K_2O . L'auteur, comparant les résultats obtenus par cette méthode à ceux fournis par l'analyse du sol au moyen de l'acide citrique à 1 %, a trouvé que la corrélation était bonne dans le cas de l'acide phosphorique (61 %), mais moins nette pour la potasse (30 %).

Locsin, aux Philippines, a également constaté qu'au-dessous de 0.1 % de P_2O_5 et de 0.05 % de K_2O dans les jus, les terres répondaient aux applications d'acide phosphorique et de potasse. Lopez Dominguez, au Pérou, a suggéré comme limites maxima, pour l'emploi des engrais, les taux de 0.02 % de P_2O_5 et de 0.16 % de K_2O .

En fait, l'expérience a permis de se rendre compte que la proportion d'éléments minéraux contenus dans la canne était fonction non seulement de la composition du sol, mais encore de la nature variétale de la plante et des conditions du milieu.

Des études récentes effectuées aux îles Hawaï ont montré que le taux d'acide phosphorique du jus variait, pour différentes variétés provenant du même terrain, de 0.006 % (*Co. 290*) à 0.024 (*Striped Tip*), avec 0.09 pour la *H. 109* et la *POJ. 2878*. Le pourcentage de la potasse, de 0.091 dans la *H. 109*, atteignait 0.206 dans la *D. 1135*, avec 0.137 pour la *Co. 290* et 0.163 pour la *POJ. 2878*. L'action des facteurs climatiques peut se traduire par des différences respectives de 20% et de 50%, dans la teneur du jus en acide phosphorique et en potasse. La déficience du milieu en azote augmente considérablement le pourcentage de P_2O_5 et de K_2O dans la *H. 109*, mais celui de P_2O_5 seulement dans la *POJ. 2878*. La réaction du sol a aussi son importance : c'est dans les terres neutres ou légèrement alcalines que les taux d'acide phosphorique et de potasse sont les plus élevés.

La variabilité de la teneur des jus de canne en éléments minéraux a également été signalée dans divers autres pays : Maurice (Craig), Barbade (Saint), Java (Honig) (1).

1) Des variations analogues existent en ce qui concerne la composition de la plante entière. D'après Honig, l'analyse du jus constitue un bon indice de l'absorption des éléments minéraux par la canne, sauf toutefois pour la potasse, dont la proportion relative dans le jus est d'autant plus faible que la quantité totale absorbée est moins forte. Saint a également constaté qu'il existait une excellente corrélation entre la composition minérale de la canne et celle du jus. L'analyse des cendres, pas plus que celle du vesou, ne saurait donc être utilisée pour se rendre compte des besoins en engrais

Il reste cependant que dans un milieu donné et pour une variété déterminée, l'analyse du jus à l'usine est susceptible de fournir des indications utiles, permettant notamment une classification rapide des terrains d'après leur richesse relative en éléments fertilisants. Ainsi, selon Craig, la *Big Tanna Blanche*, à l'île Maurice, ne réagit plus aux engrais phosphatés, lorsque la teneur du jus atteint 0.032-0.035% de P^2O^5 . Quand le taux descend à 0.0037 %, la réponse est au contraire très marquée.

Il y a lieu enfin de signaler une méthode susceptible de fournir des résultats très intéressants, le *diagnostic foliaire*, qui consiste à doser les éléments N, P, K, CaO de la feuille, à différentes périodes de son cycle végétatif. Cette méthode, due à Lagatu et Maume, serait en ce moment l'objet d'études dans différents pays (Hawaï, Maurice etc.), pour son application à la canne à sucre. D'après les résultats obtenus jusqu'ici à l'île Maurice, les rapports optima dans la troisième feuille de canne semblent devoir varier autour de N 50 %, P^2O^5 12 %, K^2O 38 %, l'alimentation globale étant égale à 100 (Craig).

Expérimentation culturale

L'expérimentation agricole présente de sérieuses difficultés, par suite de l'hétérogénéité du sol et de la variation des facteurs climatiques d'une année à l'autre. L'ancienne méthode, qui consistait à n'utiliser qu'une seule parcelle par traitement expérimenté, peut fournir des indications utiles lorsque la différence dans les rendements obtenus est élevée, mais dans le cas où il s'agit d'une différence plus faible, de l'ordre de 10% par exemple, non seulement les résultats ne sont plus utilisables, mais encore ils peuvent induire en erreur l'agriculteur. Aussi a-t-elle été abandonnée presque partout pour la détermination des besoins en engrais, et n'est-elle plus guère utilisée que dans les expériences de démonstration.

Sans entrer dans le détail des techniques de l'expérimentation culturale, nous exposerons succinctement ci-après les principes élémentaires qui doivent présider à l'établissement des essais en plein champ, pour que les résultats obtenus soient significatifs.

Il importe tout d'abord que le terrain du champ d'expérience soit bien représentatif de la moyenne des sols de la propriété. Il devra en outre comporter autant que possible l'horizontalité du profil et une fertilité uniforme. L'observation des récoltes antérieures permettra en général de se rendre compte de ces conditions, mais il pourra être nécessaire

dans certains cas de faire une culture témoin, pour s'assurer de la régularité de la végétation.

On réduira les erreurs provenant de l'hétérogénéité du sol, en affectant à chaque traitement non pas une seule, mais un ensemble de parcelles. La superficie de ces dernières varie habituellement, dans le cas de la canne à sucre, de 1 are et demi à 4 ares. Il est commode de s'arranger pour que la récolte de chaque parcelle constitue un chargement de wagon ou de camion. Le plus souvent, on donne aux parcelles une forme rectangulaire (longueur double ou triple de la largeur). Pour réduire les erreurs de bordure, il importe qu'il y ait au moins 6 rangs de cannes en large (mieux 8 ou 10), et que les deux rangées frontières soient éliminées.

A Java, on effectue 10 à 12 répétitions de chaque traitement. Aux îles Hawaï, on considère qu'il faut au moins 7 répétitions pour mesurer une différence de rendement de 10 % et 20 répétitions pour une différence de 6 % (Borden). D'après divers auteurs, on arriverait cependant à un degré de précision suffisante avec 4 répétitions, en utilisant la méthode *d'analyse de la variance* de Fisher. Pour cela le terrain doit être divisé en autant de sections ou « blocs », d'égale superficie, qu'il y a de répétitions envisagées. La position relative de ceux-ci les uns par rapport aux autres n'a pas d'importance ; ils peuvent être distribués à l'intérieur d'un même champ, suivant la topographie du terrain, ou même être situés dans des champs différents, pourvu que le sol reste homogène. Les blocs sont à leur tour divisés en autant de parcelles, de même forme et même étendue, qu'il y a de traitements expérimentés, de façon que chacun de ceux-ci soit représenté une fois dans chaque bloc. La répartition des parcelles à l'intérieur du bloc doit être faite au hasard, par tirage au sort par exemple.

Lorsque l'on a 4 ou 5 traitements à expé-
rimer, on peut avantageusement utiliser,
en vue de réduire l'importance de l'erreur
standard, la disposition du *carré latin*, où
le nombre des répétitions est égal à celui
des traitements. L'ensemble affecte la forme
d'un bloc carré ou rectangulaire (suivant la
forme donnée aux parcelles), dans lequel
chaque traitement apparaît une fois par rang

C	A	D	B	E
E	C	B	D	A
B	E	C	A	D
A	D	E	C	B
D	B	A	E	C

et par colonne. La répartition des traitements dans les rangs et les colonnes doit être laissée au hasard. La figure ci-contre représente un carré latin 5×5.

Les expériences doivent être poursuivies pendant plusieurs années, pour tenir compte de la variabilité des facteurs climatiques.

Les parcelles seront traitées de préférence par les méthodes de jardinage. On devra employer pour la plantation des boutures saines et vigoureuses (de façon à éviter les «recourages»), appartenant à la variété de canne standard de la région. Les engrais seront distribués d'une façon uniforme et les façons d'entretien données régulièrement. Le comportement des différentes parcelles sera noté soigneusement, lors des inspections régulières faites au cours de la végétation. A la récolte, chaque parcelle doit être coupée, pesée et passée au moulin séparément. Le poids est le plus souvent déterminé à la bascule de l'usine et la richesse du jus au premier moulin, bien que les causes d'erreur soient moins grandes en pesant les cannes dans le champ même et en traitant des échantillons moyens au moulin de laboratoire.

Enfin, les résultats (poids de canne et poids de sucre) sont analysés par les méthodes statistiques, en vue de se rendre compte s'ils peuvent être considérés comme significatifs. La méthode de l'analyse de la variance, due à Fisher, de la station de Rothamsted, et largement utilisée dans les colonies anglaises (Trinidad, Demerara, Australie), permet de réduire sensiblement l'importance de l'erreur standard et par suite d'augmenter le degré de précision mathématique de l'expérience.

Dans la méthode de Fisher, on fait entrer en ligne de compte les variations existant entre les blocs. Après avoir calculé la variance, $\frac{\sum d^2}{n-1}$, due aux traitements et aux blocs, on détermine, d'après la série des rendements parcellaires, la variance totale, qui sert à évaluer la déviation standard de la moyenne, $\sqrt{\frac{\text{variance}}{n}}$, et celle de la différence. La signification est calculée à l'aide de tables spéciales.

Les essais en plein champ présentent l'inconvénient d'être coûteux, d'exiger une main-d'œuvre soigneuse, placée sous la surveillance de contremaîtres qualifiés, et surtout de ne fournir des résultats qu'au bout d'un laps de temps prolongé. On a songé en conséquence à les remplacer par des essais en vases, qui permettent d'étudier en un temps réduit de nombreux sujets, en dehors de la variabilité des facteurs climatiques et des diverses autres causes perturbatrices (hétérogénéité du sol, ravages des parasites, etc).

La méthode de Mitscherlich est actuellement utilisée dans de nombreuses stations agronomiques. Bien qu'elle ait donné lieu à diverses critiques, elle fournit néanmoins au problème de la fumure une solution approximative, basée sur l'évaluation des réserves du sol et sur le pourcentage du rendement maximum dû à un apport donné de chaque élément fertilisant.

Les résultats obtenus offrent en général une bonne concordance avec l'expérimentation culturale. Aux îles Hawaï, par exemple, on a constaté une corrélation de 93 % pour P_2O_5 et de 95 %, pour K_2O , lorsque les sols sont riches en acide phosphorique et en potasse. Dans le cas de terres pauvres en ces éléments, la corrélation demeure bonne pour K_2O , mais elle tombe à 41 % pour P_2O_5 . Ceci est attribué en partie à ce que la plante employée comme indicateur, l'herbe du Soudan (*Andropogon sorghum* var. *sudanense*), se montre susceptible au pourridié (*Pythium* sp.) en milieu acide et peut donner en conséquence des rendements faibles, que l'on a interprétés comme correspondant à une déficience en phosphates. Pour parer à cet inconvénient, la plante précédente a été remplacée par l'herbe de Para (*Panicum barbinode*).

Les échantillons de sol soumis à l'examen sont prélevés sur 30 cm. de profondeur, à 30 cm. environ des lignes de cannes. Des modifications ont dû être apportées aux tables données par Mitscherlich, pour tenir compte des conditions particulières de sol et de climat des îles Hawaï. Lorsque le sol contient 550 lbs. de K_2O et 106 lbs. de P_2O_5 par acre-pied, la canne ne répond plus en général aux apports d'engrais phosphatés et potassiques.

On a également observé à Java un étroit parallélisme entre les essais faits en pots avec le maïs et ceux effectués en plein champ avec la canne à sucre (Tchernoff et Vogelsang).

Il importe cependant de ne pas perdre de vue que l'expérience en vases présente un caractère un peu artificiel et qu'elle ne constitue qu'une méthode auxiliaire, susceptible de guider l'expérimentation en plein champ, à laquelle revient toujours, en dernier lieu, la consécration de la valeur pratique des techniques agricoles (Demolon).

CHAPITRE III.

ENGRAIS ET AMENDEMENTS MINÉRAUX

Engrais azotés

Nutrition azotée de la canne.— L'azote est un élément fondamental de la nutrition végétale. Au point de vue physiologique, il règle la formation de la matière sèche et peut être considéré par suite comme le principal facteur de l'augmentation quantitative de la production.

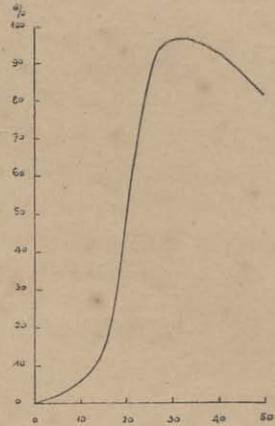
L'azote se rencontre dans la canne sous forme de protéines (albumines, nucléines, albumoses et peptones), d'acides aminés (asparagine principalement), d'acides amidés (acide aspartique, glycine, etc.) et, en faible quantité, de sels ammoniacaux et nitriques.

Le pourcentage d'azote dans la plante entière est fonction de la variété: pour la *P O J. 2878* et la *H. 109* par exemple, il est de 0,07%. On admet que plus le taux est faible, plus le potentiel de production de la canne est élevé. Aussi, ce caractère est-il actuellement utilisé par les génétistes, dans la sélection des seedlings. Une récolte nette de 100 tonnes de cannes absorbe en moyenne 125 à 200 kgs. d'azote.

C'est dans les tissus jeunes que l'on trouve les taux d'azote les plus élevés, d'où un besoin particulièrement intense des jeunes plantes en cet élément. Van Houwelingen, à Java, a trouvé que les quantités relatives d'azote absorbées à diverses époques du cycle végétatif étaient les suivantes (moyennes pour 7 variétés de cannes):

Age en semaines.....	7 1/2	20	33	50
Quantités relatives d'azote.....	4	57	96	83

Arrhenius (Java) a donné la courbe ci-contre d'utilisation de l'azote : les pourcentages de cet élément sont portés en ordonnées et les temps (semaines) en abscisses. L'époque critique, à laquelle l'engrais aura un effet maximum, correspond au sommet de la courbe. Si à ce moment l'azote fait défaut, il en résultera pour la végétation des conséquences très nuisibles, qui ne pourront être réparées ultérieurement.



Aux îles Hawaiï, où la durée de la végétation de la canne est cependant de 18-24 mois au lieu de 14 mois, à Java, c'est également vers le huitième mois que se produit l'absorption maxima d'azote, d'après Stewart.

L'opportunité des apports précoces d'engrais azotés est confirmée par l'action spécifique de l'azote sur le tallage. Turner, à Trinidad, a constaté que le nombre de talles était augmenté de 70 % par l'emploi du sulfate d'ammoniaque, contre 40 % avec le calcaire et 10 % avec le sulfate de potasse. Dans les parcelles recevant différentes combinaisons de CaO, P²O⁵, K²O, le tallage augmente avec les doses d'azote. Le même auteur a également vérifié qu'il y avait un étroit parallélisme entre la quantité de talles formées de bonne heure et le rendement final en cannes. D'après Prinsen Geerligts, la sève, dont la circulation est activée par les engrais azotés, ne pouvant plus être utilisée entièrement par les feuilles, provoquerait le débouillage des bourgeons souterrains.

Enfin, il importe de signaler que les applications tardives d'azote maintiennent trop longtemps la canne en végétation et retardent la maturité. Ceci est d'autant plus préjudiciable que les facteurs climatiques réduisent davantage la durée du cycle végétatif de la plante.

Dans les conditions normales de la culture, la nutrition azotée s'effectue essentiellement par absorption des nitrates.

Cependant différents expérimentateurs ont montré que la canne pouvait aussi absorber directement l'azote ammoniacal (van den Honert, Pardo). Les cannes cultivées sur solutions nutritives renfermant des sels ammoniacaux, à l'exclusion de nitrates, se développent normalement, si la concentration en NH⁴ n'est pas trop forte et si la réaction du milieu est

maintenue à un degré convenable. Le système racinaire est cependant moins développé que dans le cas d'alimentation avec des nitrates, ceci étant dû, d'après Pardo, à ce que les membranes des racines sont plus facilement pénétrables à l'ion NH^4 qu'à l'ion NO^3 . D'autre part, la proportion d'azote % de matière sèche est plus élevée, ce qui indique que le coefficient d'efficacité est relativement plus grand, lorsque cet élément est fourni sous forme nitrique, et que l'emploi des nitrates dans les sols qui nitrifient mal est plus intéressant au point de vue économique.

Les engrais minéraux azotés n'exercent qu'une action résiduaire faible ou nulle sur la récolte suivante. Cependant, en cas d'application tardive et de fortes doses, ils peuvent parfois augmenter le rendement du rejeton qui suit. Ceci se produit plus facilement avec le sulfate d'ammoniaque qu'avec le nitrate de soude (Turner). D'autre part, il existe une action résiduaire indirecte, du fait que les fortes fertilisations accroissent le développement des racines, qui, en se décomposant dans le sol après la récolte, libèrent l'azote absorbé.

Dose optima d'azote.— L'emploi d'engrais azotés est généralisé dans tous les pays producteurs de cannes, les terres qui ne réagissent pas aux apports d'azote constituant de très rares exceptions. Les doses utilisées varient d'ailleurs dans de larges limites : de 40-45 kgs (Louisiane) à 350 kgs d'N par hectare (Java, Hawaï).

Les besoins en azote, pour obtenir le rendement maximum, varient avec de nombreux facteurs : variété de canne, sol, climat.

Arrhenius, à Java, a observé que la *DI. 52* était beaucoup plus exigeante que la *EK. 28*. Williams, en Guyane anglaise, a constaté que la dose optima de sulfate d'ammoniaque atteignait, pour la *Diamond 10*, 675 kgs par ha, alors qu'elle était seulement de 350-450 pour la *D. 625*, cultivée dans les mêmes conditions.

L'apport d'azote devient de plus en plus avantageux au fur et à mesure que s'élève la capacité de production du milieu (sol et climat). Les doses importantes utilisées aux îles Hawaï, par exemple, se justifient par les excellentes conditions de croissance de la plante. Lorsqu'il existe un ou plusieurs facteurs limites : basses températures, insuffisance d'eau, pauvreté naturelle ou mauvaise constitution physique du sol, etc., le maximum utile est plus ou moins rapidement atteint (40-45 kgs en Louisiane, 70-110 kgs à la Barbade).

L'époque de la plantation peut aussi influencer sur les quantités d'engrais à utiliser. Ainsi à Java, Demandt signale que la dose optimale de sulfate d'ammoniaque, qui est en moyenne de 580 kgs par ha pour la *POJ. 2878* plantée en avril, tombe à 480 kgs dans le cas de plantations faites en août.

Un excès d'azote provoque le « cabanage » de la canne (ce qui augmente les difficultés de la récolte et diminue le rendement), particulièrement chez les variétés qui ont une tendance naturelle à se coucher. Il accroît aussi la susceptibilité à l'égard de certaines maladies : maladie des taches oculaires provoquée par l'*Helminthosporium sacchari*, pourridié dû au *Pythium aphanidermatum*, fusariose. Mais surtout il réduit la teneur du jus en saccharose.

Aux îles Hawaï, on admet que jusqu'à 150 lbs. d'N par acre (correspondant à 3 - 4 lbs. d'N par tonne de canne), les engrais azotés n'ont pas d'action dépressive sensible sur la richesse saccharine (Agee). Au delà, il y a une majoration du quotient de qualité, c'est-à-dire du nombre de tonnes de cannes nécessaires pour obtenir une tonne de sucre. Alexander a constaté, sur la plantation d'Ewa, les variations suivantes :

N par acre	Quotient de qualité	Perte %
—	—	—
150 lbs.	8	—
200 —	8.30	2.9
250 —	8.50	2.3
300 —	8.63	3.5

Verret a noté, à partir de 50 lbs. d'N par acre, une augmentation moyenne de 0,12 du quotient de qualité, par dose de 50 lbs. d'N supplémentaire jusqu'à 300 lbs.

Das et Cornelison, employant des doses de 122, 266 et 645 lbs. d'N par acre, ont constaté que plus l'apport est élevé, plus sont augmentés le tallage, le nombre d'entre-cœurs, le taux de croissance et le tonnage. Cependant la mortalité peut être assez importante pour abaisser le rendement des parcelles fortement fumées au-dessous de celui des parcelles recevant des doses modérées d'azote. La proportion d'eau de la canne, le taux d'azote, ainsi que celui des cendres, augmentent avec les quantités d'azote apportées.

Geerts, à Java, a observé que le tonnage croît avec la quantité de sulfate d'ammoniaque jusqu'à un maximum, pour descendre ensuite sous l'action d'une fertilisation excessive. Le rendement en sucre % de canne diminue au contraire d'une façon continue dès l'origine. Il résulte de ces deux tendances opposées qu'il y a une quantité optima d'engrais, donnant le maximum de sucre à l'hectare. Cet optimum physiologique ne coïncide d'ailleurs pas avec l'optimum économique, car il faut faire entrer en ligne de compte le prix d'achat des engrais et les frais supplémentaires exigés pour la manipulation de l'excédent de cannes correspondant à la diminution de la richesse saccharine.

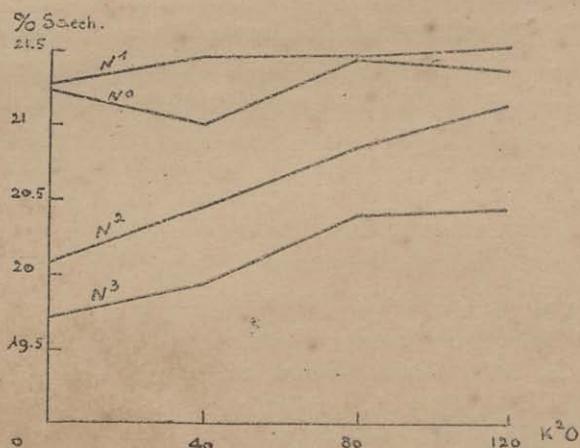
En Louisiane (Rosenfeld) et en Argentine (Cross), il y a une diminution sensible de la richesse de la canne en saccharose, à partir de 45 kgs. d'azote à l'hectare. Les frais de manipulation de l'excédent de récolte obtenu en augmentant la dose d'engrais sont supérieurs aux bénéfices résultant du supplément de sucre.

A Trinidad, on constate généralement un effet dépressif sur la richesse de la canne, à partir de 400 kgs. de sulfate d'Am par acre pour les cannes plantées et de 200 kgs. pour les rejets, et parfois plus tôt (Turner).

On peut jusqu'à un certain point parer à la diminution de la richesse saccharine, en retardant la récolte de la canne, jusqu'à ce que celle-ci soit arrivée à maturité. Les possibilités sont toutefois limitées, du fait

que la période de la récolte est, dans la plupart des cas, déterminée par les conditions climatiques (basses températures dans les régions subtropicales, pluies d'hivernage sous les tropiques).

La teneur en saccharose et la pureté de la canne sont aussi améliorées par une fumure équilibrée. Saint, par exemple, a constaté qu'un apport



de potasse diminuait l'importance de l'action dépressive exercée à la Barbade par des doses d'azote supérieures à 40 lbs. par acre. Le graphique ci-contre traduit les résultats obtenus par l'auteur dans une expérience

sur troisième rejeton. En ordonnées sont portés les pourcentages de saccharose dans le jus et en abscisses les quantités de K_2O , en lbs. par acre. N^1 , N^2 , N^3 , correspondent respectivement à 40, 80 et 120 lbs. d'N par acre.

L'acide phosphorique intervient aussi dans le même sens que la potasse, pour assurer une meilleure utilisation de l'azote par la plante, mais son action est moins nette. Moir indique les résultats suivants d'une expérience faite aux îles Hawaiï, et dans laquelle les fortes doses d'azote n'ont pas entraîné de diminution de la pureté des jus :

Fumure par acre en lbs.	Doses maxima d'N donnant lieu à une réponse
N + 90 P_2O_5	150 lbs
N + 125 P_2O_5	175 —
N + 125 P_2O_5 + 60 K_2O	200 —
N + 335 P_2O_5 + 200 K_2O	300 —

L'influence de la fumure phospho-potassique sur l'absorption et l'utilisation de l'azote par les plantes a d'ailleurs été notée par de nombreux auteurs et pour diverses cultures. Si P et K sont insuffisants, l'N absorbé s'accumule dans les tissus, sans déterminer une augmentation proportionnelle de la matière sèche.

Les considérations précédentes soulignent la nécessité de déterminer par l'expérimentation culturale directe et pour chaque cas particulier, les quantités optima d'azote à fournir à la canne, celles-ci variant avec les conditions climatiques, agrolologiques et économiques de la région.

Principaux engrais minéraux azotés.— Les engrais minéraux azotés les plus couramment employés dans la culture de la canne sont le sulfate d'ammoniaque et le nitrate de soude. Plus rarement, on utilise le nitrate de potasse, le nitrate de chaux et la cyanamide calcique et, dans les mélanges commerciaux, le chlorure d'ammonium, le nitrate et le phosphate d'ammoniaque.

Au point de vue de leur action sur la canne, le *sulfate d'ammoniaque* (20-21 % d'N) et le *nitrate de soude* (14-16 % d'N) sont comparables.

A Java, Kuyper a constaté qu'il n'existait pas de différence entre ces engrais dans les terres fortes, tandis que dans les sols légers l'avantage était parfois en faveur du nitrate, mais le plus souvent en faveur du sulfate. Selon Verret, aux îles Hawaiï, le nitrate se serait montré légèrement

supérieur ; les expériences rapportées par l'auteur donnent une production moyenne de 8.88 tonnes de sucre par acre avec le nitrate, contre 8.77 tonnes avec le sulfate. Harrison, en Guyane anglaise, conclut, d'un quart de siècle d'essais comparatifs, qu'en année normale le sulfate d'ammoniaque et le nitrate de soude donnent, à la dose de 40-50 lbs d'N par acre, des résultats analogues. Mais si on augmente l'importance de la fumure, le nitrate se montre généralement inférieur au sulfate. Lorsque la chute d'eau de l'année est élevée, cette infériorité se manifeste même avec les faibles apports d'engrais. A Formose, le sulfate d'ammoniaque donne des rendements en cannes supérieurs de 10 %, mais la richesse saccharine serait un peu plus élevée dans le cas du nitrate (Saito).

Ce sont plutôt les conditions de sol et de climat qui doivent guider le planteur dans la préférence à donner à l'un ou à l'autre de ces engrais. Le nitrate, très soluble, est facilement absorbé par la plante, ce qui en indique l'emploi dans les terres qui nitrifient mal (sols acides, pauvres en chaux et en magnésie) et pour activer le développement des cannes dont la végétation est en retard. D'autre part, il diminue la perméabilité ⁽¹⁾, en favorisant la formation du silicate alumino-sodique, élément constitutif de l'argile colloïdale. Aussi, l'utilise-t-on surtout dans les régions à climat sec (Hawaï, Egypte), où il facilite la conservation de l'humidité dans le sol.

Dans les pays à pluviométrie élevée (Java, Guyane anglaise, Antilles), principalement lorsque les terres sont légères et perméables, on préfère le sulfate d'ammoniaque, qui est moins facilement entraîné par les eaux de drainage et n'est pas hygroscopique comme le nitrate. Son principal inconvénient est de provoquer une acidification sensible du sol. D'après des observations faites en Guyane anglaise, 100 parties de sulfate d'ammoniaque entraînent la déperdition de 75 parties de calcaire, dans les sols argileux. Les terres de ce pays, qui avaient une réaction alcaline il y a une vingtaine d'années, sont actuellement nettement acides, par suite de l'usage continu du sulfate d'ammoniaque. Il sera d'ailleurs facile de parer à cet inconvénient par les chaulages ou par l'emploi d'engrais alcalins. Dans les terres calcaires par contre, le sulfate d'ammoniaque exercera un heureux effet en abaissant le pH du sol.

(1) Cette propriété peut modifier dans un sens défavorable la constitution des terres argileuses, particulièrement dans les pays très humides. Harrison a signalé qu'en Guyane anglaise des fumures répétées au nitrate de soude augmentaient l'imperméabilité des argiles fortes, au point qu'il s'écoule plusieurs années avant que les terres ne retrouvent leur productivité normale.

Le *nitrate de potasse naturel* (12 % d'N, 41 % de K_2O) est peu employé pour la fumure de la canne, en raison de son prix élevé. On l'utilise cependant assez couramment à l'île Maurice et occasionnellement aux Hawaï et aux Antilles françaises. Rapidement assimilable et facilement entraîné par les eaux de pluie, il donne des résultats comparables au nitrate de soude. Dans l'Inde, les cannes fumées au nitrate de potasse auraient montré une plus grande résistance au froid, que celles recevant l'azote sous une autre forme (Chapara).

Dans la période de l'après-guerre et jusqu'à ces dernières années, le *nitrapo*, ou nitrate de soude potassique du Chili (13 % N, 45 % K_2O) a été employé sur une certaine échelle aux Antilles.

Le *nitrate de chaux* (12.5 - 13 % d'N) présente l'inconvénient d'être très hygroscopique. A Java, il s'est montré inférieur au sulfate d'ammoniac, dans les terres fortes comme dans les terres légères. Aux îles Hawaï, il a donné des résultats comparables : dans les terres fortes et imperméables, il améliore la perméabilité et tend à donner des jus plus purs. En raison de la causticité du produit, l'épandage à la main est pénible.

Le *cyanamide calcique* (20-25 % d'N, 10-15% de CaO) a fourni des résultats assez irréguliers, qui paraissent dûs aux transformations que cet engrais subit dans le sol avant d'être rendu assimilable. Elle donne naissance à de la chaux hydratée et à de l'urée, laquelle se transforme à son tour en carbonate d'ammoniac, puis en nitrate. La formation de l'urée est facilitée par la présence des colloïdes, et s'effectue mieux dans les sols argileux que dans les terres sablonneuses, pauvres en matières organiques. La nitrification du carbonate d'ammoniac se fait mal dans les terres ayant une faible capacité pour l'eau, ainsi que dans celles qui présentent une réaction fortement acide ou fortement alcaline.

La cyanamide calcique s'est montrée en général comparable au sulfate d'ammoniac comme source d'azote pour la canne à sucre. Dans une série de 78 essais comparatifs, effectués à Java de 1905 à 1914, le sulfate a donné, d'après Geerts, des résultats égaux à la cyanamide dans 19 cas et légèrement supérieur dans 59 cas. L'excédent atteignait en moyenne 2,5 % en poids de cannes et 2 % en sucre. Les expériences ont permis de se rendre compte qu'il était avantageux d'effectuer l'apport de cyanamide en 3 ou 4 fois, la première application devant être faite avant la plantation. Si l'engrais n'est pas en contact direct avec les racines, il n'exerce aucune action nuisible sur la végétation.

Des expériences faites à la station expérimentale de Louisiane, en employant les nitrates de soude et de chaux, le sulfate d'ammoniaque et la cyanamide calcique, ont montré que les rendements obtenus étaient sensiblement égaux. Dans ce pays, la cyanamide est couramment utilisée pour la fumure des rejetons, à la dose de 200-300 lbs par acre. Aux îles Hawaï, cyanamide et sulfate d'ammoniaque ont également donné des résultats analogues, dans la fertilisation de la canne à sucre.

D'après Mayer, lorsque la cyanamide se montre inférieure aux autres engrais azotés, cela est dû à la présence, en proportions importantes, de dicyandiamide, produit relativement stable, qui constitue une source d'azote beaucoup plus lente. Les conditions qui favorisent la formation de dicyandiamide sont une longue conservation en magasin en présence d'humidité, l'apport de quantités élevées de cyanamide, l'épandage dans un sol sec et le mélange imparfait de l'engrais avec la terre (Ratner et Magram). Il faudra donc s'efforcer en pratique de conserver le produit dans les locaux secs, de l'appliquer par doses faibles ou modérées et par temps pluvieux, en l'incorporant bien au sol par un enfouissement à une profondeur convenable. Ces conditions en rendent l'emploi assez délicat dans certains pays à canne, notamment aux Antilles françaises, d'autant plus que la cyanamide présente peu de possibilités de mélange avec la plupart des autres engrais avant la mise en terre, et que l'épandage, du moins sous forme de poudre, peut ne pas être sans inconvénients pour la main-d'œuvre.

Signalons enfin que la cyanamide calcique possède des propriétés insecticides à l'égard des vers blancs des racines. Elle a été utilisée avec succès à la Martinique pour combattre le *Diaprepes abbreviatus* et, dans d'autres pays, pour lutter contre les Nématodes.

Comme autres engrais occasionnellement employés pour la fumure de la canne, on peut citer les suivants :

Chlorure d'ammonium (25 % d'N).— Il n'a pas donné à Java de résultats supérieurs et, dans certains cas, s'est montré inférieur au sulfate d'ammoniaque (Demandt).

Phosphate d'ammonium, qui dose 11 % (phosphate monobasique) ou 20 % (phosphate bibasique) d'azote.

Ammophos B (16 % d'N), mélange de phosphate mono-ammoniacal et de sulfate d'ammoniaque. Ces trois derniers engrais ont donné, comme source d'azote, les mêmes résultats que le sulfate d'ammoniaque.

Salpêtre de Leuna (6,5 % d'N nitrique et 19,5 % d'N ammoniacal) — Ce produit, qui est un mélange de nitrate d'ammoniaque et de sulfate d'ammoniaque, a été naguère très employé aux îles Hawaï, où il s'est montré comparable au nitrate de soude (Agee). Il est hygroscopique et a tendance à se prendre en masse.

Urée (46 % d'N amidé) — Produit hygroscopique et de conservation assez difficile, l'urée a donné à Java des résultats généralement comparables à ceux du sulfate d'ammoniaque, mais plus irréguliers (Kuyper).

Calurée (6 % d'N nitrique et 27,5 % d'N amidé), mélange d'urée et de nitrate de chaux. D'après Agee, elle s'est montrée aux îles Hawaï égale et, dans certains cas, supérieure aux autres engrais azotés.

Nitrate d'ammoniaque (33-35 % d'N). — Engrais très hygroscopique, difficile à utiliser sous les tropiques et qui ne s'est pas montré supérieur au sulfate d'ammoniaque (Geerts).

Nitro-chalk ou *ammonitre* (15 % d'N, sous forme de nitrate d'ammoniaque, 48 % de CO_3Ca). — Employé principalement à l'île Maurice. Produit également hygroscopique.

Engrais phosphatés.

L'acide phosphorique dans la plante et dans le sol. — Comme l'azote, l'acide phosphorique est absorbé avec plus d'intensité dans les premiers stades du développement de la plante. Mais il n'a pas d'influence sur la quantité de matière sèche produite, au-dessus d'une certaine concentration. Il agit plutôt sur le mode de la nutrition, qu'il régularise, que sur son intensité (Demolon).

L'acide phosphorique favorise le développement du système racinaire de la canne, surtout dans les terres fortes et aux altitudes élevées, où l'émission des racines est naturellement difficile. Le périmètre d'alimentation se trouvant ainsi accru, les plantes résistent mieux aux conditions climatiques adverses (sécheresse). Il y aura en conséquence avantage à donner les engrais phosphatés en applications précoces, de préférence à la plantation ou dans les débuts du développement de la canne.

Aux derniers stades de la végétation, l'acide phosphorique a une action sur les phénomènes de maturation : il favorise notamment la transformation de l'amidon en sucre, dans le cas des plantes à réserves sucrées. Divers auteurs ont noté la relation existant entre la teneur du jus en P_2O_5 et

leur aptitude à la défécation. Lorsque le taux de P_2O_5 , qui peut varier de 0.006 à 0.087 grs. pour 100 cc. de vesou, descend au-dessous de 0.030-0.035, on constate généralement des difficultés pour la clarification et la filtration des jus de canne (Mc Allep et Bomonti). L'action de l'acide phosphorique sur la richesse en saccharose et la pureté est cependant moins accentuée que dans le cas de la potasse, et nombreux sont les auteurs qui n'ont pu constater de relation nette entre la pureté du jus et la richesse de la canne en P_2O_5 .

Cette dernière peut présenter de grandes variations, dues au sol, aux engrais utilisés, aux conditions climatiques et à la nature variétale de la plante. Il en est de même du rapport existant entre P minéral et P organique dans la canne. D'après Carrero, plus P total est élevé et plus est faible la proportion de P minéral, qui peut n'être pas supérieure à 50 %.

La nutrition phosphorée des plantes s'effectue dans le sol aux dépens de solutions extrêmement diluées. D'après les observations de van den Honert, à Java, la canne peut absorber 15 à 20 % du maximum à une concentration de 0.03-0.05 mgr. de P_2O_5 par litre, et 100 % lorsque le titre de la solution est porté à 1 mgr. par litre. Selon Neeb, la concentration optima de la solution du sol se trouverait située entre 0.035 et 0.05 mgr. de P_2O_5 , quand le rapport sol/eau est de 1/1.

La teneur de la solution en P_2O_5 dépend essentiellement de la constitution du milieu, notamment du pouvoir absorbant et de la réaction du sol.

Une fraction variable, mais toujours importante, des engrais phosphatés est fixée par le pouvoir absorbant. Le taux de fixation, plus élevé dans les régions à forte pluviométrie que dans les régions plus sèches, varierait, pour les terres des Hawaï, de 35 à 99.6 % des phosphates ajoutés (Ayres). Dans certains cas, les quantités de P_2O_5 nécessaires pour assurer la saturation du sol sont énormes: on a constaté, dans quelques terres de Kauai, que la canne commençait à répondre aux engrais phosphatés, seulement après un apport massif de 450 kgs de P_2O_5 par acre. Cette fixation est la résultante de deux groupes de phénomènes: précipitation chimique, à l'état de phosphates de Ca, Mg, Fe, Al et Mn, et adsorption par les colloïdes du sol.

Elle explique l'action favorable exercée par les phosphates sur certaines terres acides, dont l'infertilité est due à l'accumulation, dans la solution du sol, de sels d'alumine et de manganèse nuisibles à la végétation. L'acide phosphorique agit alors d'une façon analogue à la chaux,

en précipitant les sels solubles et en relevant le pH du sol. On a signalé que les phosphates déterminaient parfois une amélioration nette de la réaction du sol dans des terrains où la chaux ne donnait aucun résultat.

Le pouvoir fixateur du sol à l'égard des phosphates est en relation étroite, d'après les observations faites aux îles Hawaï, avec le rapport existant entre la silice et le complexe alumino-ferrique. Il est d'autant plus grand que le rapport $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ est plus faible. La silice exerçant une action dissolvante sur les phosphates (Lemmermann), on a songé à l'utiliser comme engrais, sous forme de silicate de soude, de ciment de Portland, etc. La fixation des phosphates par le sol peut être réduite de plusieurs centaines de fois par ce moyen. Toutefois, l'emploi de la silice est trop onéreux pour entrer dans la pratique agricole.

La réaction du sol intervient à la fois dans la solubilisation des phosphates et dans leur absorption par la plante. La solubilité diminue au fur et à mesure que l'acidité décroît. Ainsi, lorsque le pH d'une solution contenant 0.03% de phosphates (PO_4), sous forme de poudre d'os, est porté, par addition d'un alcalin, de 4.5 à 6.2, à 7.6 puis à 9, la solubilité est réduite successivement à 0.007%, à 0.001 et à 0 (Mc George). L'assimilation des phosphates par les plantes diminue aussi avec la réduction de la concentration en ions H. Lorsque le pH est porté, par exemple, de 6.0 à 7.5, l'absorption des phosphates par la canne est réduite de 8 fois, d'après van den Honert. Cependant une acidité élevée du milieu (pH 4 à 5) diminue également l'intensité de l'absorption. C'est dans les sols présentant une légère acidité que celle-ci est la plus active.

On s'explique en conséquence que l'on ait pu constater, aux îles Hawaï, une réponse aux applications de phosphates, dans des terrains calcaires contenant un taux de P_2O_5 soluble dans l'eau et facilement ionisable supérieur à celui de terrains non-calcaires ne réagissant pas à l'apport de ces engrais. Pour obtenir le coefficient d'utilisation maximum avec les engrais phosphatés, il y aura lieu de maintenir le complexe absorbant saturé en calcaire et au voisinage de la neutralité.

La présence des sels solubles dans les mélanges d'engrais peut déprimer l'absorption de l'acide phosphorique, surtout dans le cas de fumures massives appliquées dans le sillon ou autour des touffes de cannes. Les sels neutres de Na ou K n'interviennent guère directement, mais ils facilitent la solubilisation du calcium, lequel réduit la solubilité du phosphate de chaux. Il suffirait de 0,04% de Ca, sous forme de

CO^3Ca , dans la solution du sol, pour que la solubilité de l'acide phosphorique soit réduite de 0,0005 % (PO^4) à 0, et de 0,004 % de Ca en l'absence de CO^3Ca pour l'abaisser à 0,00005 % (Mc George).

Enfin, la constitution physique du sol joue un rôle important. Dans les terres sablonneuses et bien perméables, les plantes se contentent d'une dose de P^2O^5 moins élevée que dans les sols argileux et compacts. Ceci s'expliquerait, d'après Mc George, par le fait que le gaz carbonique provenant de la respiration des racines se diffuserait mal dans ces dernières terres et atteindrait, au voisinage des racines, une concentration toxique, provoquant la destruction des enzymes qui se trouvent présents sur les racines en voie de croissance et qui jouent un rôle important dans l'assimilation des phosphates.

La fixation de P^2O^5 par le complexe absorbant du sol permet d'expliquer que le coefficient d'utilisation des phosphates (rapport P^2O^5 dans excédent de récolte/ P^2O^5 apporté) soit relativement faible (rarement supérieur à 25 %), et que ces engrais puissent exercer une action résiduaire sur les récoltes suivantes. Des expériences effectuées en Afrique du sud ont montré que l'effet des phosphates, appliqués aux cannes vierges, pourrait s'étendre jusqu'aux troisièmes rejetons (Dodds). Les combinaisons organiques phosphorées échappant au processus de rétrogradation du P minéral, P du fumier présente un coefficient d'utilisation très supérieur à celui des phosphates minéraux solubles.

On a préconisé, pour réduire l'importance des quantités d'acide phosphorique fixées par les sols riches en fer et en alumine, tels qu'on en rencontre souvent dans les pays tropicaux soumis à une plus forte pluviométrie, d'utiliser des combinaisons phosphorées peu solubles et aussi d'employer les phosphates sous forme granulée ou en briquettes (Hance)¹. Leur transformation au contact du sol s'effectue alors assez

1) La formule suivante a été utilisée pour la préparation des briquettes: sang desséché 1, poudre d'os 1, phosphate naturel 1, chlorure de potasse 1, ciment de Portland 2 1/4, sable 1/4, eau: quantité suffisante pour obtenir la consistance d'une pâte. Chaque briquette pèse une livre.

On a aussi expérimenté aux îles Hawaï un mélange plus économique, formé de: basalte pulvérisé 72 %, acide sulfurique dilué (2,5 N) 4 %, ammophos 13 %, nitrate de potasse 11 %. Le mélange, de la consistance d'une pâte, est soumis à une forte pression (280 Kgs. par cm^2). Les briquettes préparées affectent la forme cylindrique et mesurent 6 cm. de diamètre sur 3 cm. de hauteur; elles pèsent un peu moins de 200 grs. On obtient des briquettes plus tendres et à action plus rapide, en ajoutant à la pâte un peu de bagasse pulvérisée et de mélasse (Hance).

lentement pour que la canne puisse les utiliser pendant une longue durée. On a conseillé encore l'emploi du phosphate d'ammoniaque bibasique, qui pénétrerait plus profondément dans le sol que le phosphate de chaux, en raison de sa plus grande solubilité dans l'eau, et serait plus facilement absorbé par les racines de la canne (Dickison).

L'emploi des engrais organiques contrarie également la rétrogradation de l'acide phosphorique, les colloïdes humiques s'opposant à sa précipitation par les sels de calcium et solubilisant partiellement P^2O_5 des divers phosphates naturels. La mélasse paraît posséder des propriétés analogues (Alvarino et Bonazzi).

Les engrais phosphatés étant très peu mobiles et se trouvant pratiquement concentrés à l'emplacement où ils ont été épandus, il y a intérêt à les appliquer au voisinage immédiat des racines des plantes. Il faut éviter de les enfouir profondément, le pouvoir fixateur du sous-sol pouvant être dans certains cas beaucoup plus élevé que celui du sol (Ayres).

Emploi des engrais phosphatés. — Les engrais phosphatés sont d'emploi beaucoup moins généralisé que les engrais azotés dans les pays producteurs de cannes. A Java, on ne les utilise que dans 25 % environ des terres, à la dose moyenne de 65 kgs de P^2O_5 par ha. Aux îles Hawaï, on donne de 0 à 30 kgs de P^2O_5 par ha., mais dans certains cas jusqu'à 900 kgs. En Afrique du Sud, les phosphates représentent l'élément dominant de la fumure, à la dose de 45-150 kgs de P^2O_5 par ha. A la Barbade, en Louisiane, en Argentine et dans l'Inde, les phosphates ne sont pas employés.

Aux Antilles françaises et à l'île Maurice, ils formaient l'élément principal des formules d'engrais au début du siècle. A la Martinique, par exemple, on utilisait couramment les formules 4-12-5.5, vers 1904, et 6-8 N, 10-12 P^2O_5 et 4-5 K_2O , dans les années précédant la guerre. A l'heure actuelle, les proportions d'acide phosphorique entrant dans les mélanges sont inférieures à celles de l'azote et de la potasse.

Lorsque le sol présente une déficience marquée en P^2O_5 , il pourra être nécessaire d'effectuer une fumure de fonds, de manière à assurer la saturation du pouvoir absorbant. Par la suite, de petites fumures d'entretien apportant l'acide phosphorique sous une forme facilement assimilable, suffiront aux besoins normaux des récoltes. Neeb, à Java, conseille, pour déterminer l'importance de la fumure de fonds, de traiter le sol par des solutions de phosphate monocalcique de concentration différente. Au bout d'un mois, lorsque l'équilibre est atteint, on dose P^2O_5 et on repré-

sente les résultats par un graphique. Il est facile, au moyen de la courbe obtenue, de calculer combien l'on doit ajouter de phosphates pour obtenir la concentration optima de P_2O_5 dans la solution du sol (0^mgr 035 à 0^mgr 05 par litre).

Les principales formes sous lesquelles le commerce offre les engrais phosphatés sont : les phosphates de chaux naturels, les superphosphates de chaux, les phosphates précipités, les scories de déphosphoration et les phosphates d'ammoniaque.

Les *phosphates de chaux naturels*, qui dosent en général de 16 à 20 % de P_2O_5 , sont peu solubles. Cependant dans les sols acides, ils constituent une fumure de fonds avantageuse, en raison de leur prix de revient relativement faible. Vogelsang, à Java, conclut, à la suite d'essais en vases et en pleine terre, qu'ils peuvent remplacer sans inconvénients les superphosphates doubles, dans les terres dont le pH oscille entre 5,0 et 6,2, et l'acidité hydrolitique entre 21 et 32. D'après Demandt, les phosphates naturels donnent d'aussi bons résultats que les superphosphates de chaux et les phosphates d'ammoniaque dans les sols latéritiques. Leur emploi n'est toutefois pas à recommander dans les limons neutres et surtout dans les terres calcaires, où leur action est peu marquée (Bettini).

La finesse de mouture a une grande importance pour l'utilisation des phosphates naturels par les plantes. Des expériences effectuées en Russie ont montré qu'en sols de tchernozem, ces derniers restaient presque inassimilables, lorsque le diamètre des particules était supérieur à 0^{mm} 2, mais qu'à la finesse de 0^{mm} 02 ils produisaient le même effet que le phosphate monosodique (Lebediantzeff).

Il y a lieu de rapprocher des phosphates naturels les *guanos phosphatés*, très employés à l'île Maurice. Ceux-ci dosent en général de 20 à 28 %, de P_2O_5 sous forme de phosphate tricalcique. Plus solubles que les phosphates naturels, d'après de Sornay, ils auraient donné des résultats supérieurs aux super dans les sols de Maurice (Boname).

Les *superphosphates de chaux* simples (16-21 % de P_2O_5) ou doubles (30-49 % de P_2O_5) sont les engrais phosphatés les plus couramment employés dans les pays à canne (Java, Hawaï, Afrique du Sud). D'après les observations faites aux îles Hawaï, ils donnent des résultats un peu supérieurs aux formes moins solubles de l'acide phosphorique. L'action est surtout marquée au début de la végétation. Ils conviennent particulièrement pour les sols alcalins, neutres ou légèrement acides.

Les superphosphates doubles sont souvent préférés (Hawaï, Java), bien que le sulfate de chaux apporté par le super simple exerce une action secondaire utile sur le sol.

Les *phosphates précipités*, dont la production industrielle en partant des phosphates naturels n'a été mise au point que récemment, ont pris une place importante sur le marché des engrais. Aux Antilles françaises, ils ont remplacé en grande partie les superphosphates, sous la forme commerciale de phosphate bicalcique PEC (38 % de P_2O_5 soluble au citrate d'ammoniaque). Cet engrais, qui possède un état très pulvérulent et se prête particulièrement bien à la constitution des mélanges, présente l'avantage d'être moins rapidement fixé que les superphosphates par les sels d'alumine et de fer, et de conserver par suite une faculté d'utilisation plus prolongée. En sol acide, il se montre supérieur au phosphate monocalcique, qui, par contre, donne de meilleurs résultats que le bicalcique en sol alcalin.

Les *scories de déphosphoration* renferment 15 à 20 % de P_2O_5 , sous forme de silico-phosphates de chaux, mélangés à une certaine proportion de tétraphosphate de chaux ($P_2O_3Ca^4$), à des silicates alcalins, de la chaux libre et divers autres composés de Fe, Al, Mn, etc. Elles sont particulièrement adaptées aux terres acides (1), en raison de l'action neutralisante exercée par la chaux qu'elles apportent (la dose de chaux active représente 30 à 35 % du poids des scories). Cet engrais a donné à Harrison de meilleurs résultats que les superphosphates dans les terres fortes de Guyane anglaise. A Java, il a aussi fourni, dans certains cas, des résultats un peu supérieurs aux super doubles. A la Guadeloupe, les scories se seraient montrées en général supérieures aux super, mais inférieures toutefois aux guanos (Kopp).

On peut rapprocher des scories de déphosphoration, les *basiphosphates* (phosphates Rhenania, Vesta, Supra, etc.), obtenus en traitant à haute température des phosphates naturels, en présence de silicates de Na et K et d'un peu de soude jouant le rôle de fondants. Formés essentiellement par un mélange de silicates basiques et de silico-phosphates de chaux,

(1) Depuis la guerre on ajoute aux scories, dans certaines usines, du fluorure de chaux, qui rend les phosphates insolubles dans l'acide citrique à 2 %. Ces nouvelles scories sont nettement inférieures aux scories ancien type, qui ont 80 % de leur acide phosphorique soluble dans l'acide citrique, contre 40 % dans le cas des autres.

les basiphosphates possèdent, comme engrais, des propriétés comparables aux scories.

Les *phosphates d'ammonium*, surtout le phosphate bibasique qui dose 20% d'N et 50% de P_2O_5 , ont été préconisés ces dernières années dans les terres présentant un pouvoir fixateur élevé à l'égard de l'acide phosphorique. Cet engrais, dont l'emploi s'étend aux îles Hawaï, à Cuba, aux Philippines, etc., présente un pouvoir pénétrant plus élevé que les superphosphates et serait moins facilement insolubilisé dans les terres riches en fer et en alumine. Sauf dans les sols sablonneux, à pouvoir tampon faible, il paraît mieux utilisé que les superphosphates par les plantes. A Java, il aurait donné, d'après Demandt, des résultats un peu supérieurs au super double.

Le phosphate monobasique (11% N, 56% P_2O_5) paraît rétrograder plus facilement que le phosphate bibasique et se montrerait par suite moins indiqué.

Les phosphates d'ammonium, qui sont peu (phosphate monobasique) ou pas (phosphate bibasique) hygroscopiques et se conservent bien, rentrent aussi dans la composition de divers mélanges commerciaux.

Signalons enfin comme produit phosphaté à faible dosage, les *cendres de bagasse*, qui renferment 1 à 4% de P_2O_5 et 2 à 6% de K_2O . Leur valeur fertilisante dépend beaucoup de la température des fours. Lorsque celle-ci atteint un degré élevé, les cendres sont retirées sous forme vitrifiée et les matières fertilisantes s'y trouvent engagées dans des combinaisons silicatées insolubles. A une température moindre, les cendres sont blanches et pulvérulentes ou, si la combustion a été imparfaite, grisâtres et scorifiées.

D'après les observations faites à Java, les cendres de bagasse conviennent surtout aux terres fortes et argileuses, dont elles modifient heureusement l'état physique. Leur action est moins marquée dans les terres légères (Kuyper). Elles donnent presque toujours de bons résultats dans les sols latéritiques, parvenus à un stade de décomposition avancée.

Engrais potassiques.

La potasse dans la plante et dans le sol.— Le rôle physiologique du potassium dans la plante est complexe. Cet élément accroît l'activité assimilatrice des feuilles et, en particulier, la synthèse des glucides à partir du gaz carbonique et de l'eau (Stoklasa). Ce sont les

plantes produisant en grande quantité de l'amidon ou du sucre, qui répondent le plus nettement à l'alimentation potassique. D'après le Dr Hartt, la canne se classerait au premier rang des végétaux cultivés, en ce qui concerne les exigences en potasse.

Comme il a été trouvé à diverses reprises, dans les plantes venant à l'ombre, un taux plus élevé de potasse, on a pensé que celle-ci compensait jusqu'à un certain point les inconvénients résultant, au point de vue de l'assimilation, d'une faible luminosité. Cependant, des expériences en vases effectuées aux îles Hawaï par Borden tendent à montrer que la faible insolation contrariait, du moins en ce qui concerne la canne, la bonne utilisation de K et de N par la plante et augmentait la teneur en eau. Il y aurait en conséquence intérêt à réduire les applications d'engrais azotés et potassiques dans les régions à forte nébulosité.

Le potassium intervient aussi dans la formation des matières protéiques. De nombreux auteurs ont noté, pour le cas particulier de la canne, les avantages résultant de l'association de la fumure potassique et de la fumure azotée, au point de vue rendement des récoltes. Les apports élevés d'azote doivent être accompagnés de fortes quantités de potasse, pour être pleinement efficaces (Turner). D'après Demandt, l'action de la fumure potassique est particulièrement accentuée dans les terres déficientes en P et en N d'une part, et lorsqu'il y a un excès de ces deux éléments d'autre part.

Selon Turtschin, le manque de K entraverait l'assimilation de l'azote, surtout quand celui-ci est fourni sous la forme ammoniacale: l'ammoniaque s'accumulerait alors dans les tissus, ce qui entraînerait une intoxication de la plante. Hartt, aux Hawaï, a observé que les cannes souffrant d'une carence en potasse contenaient plus d'azote aminé et moins de protéines. La réduction des nitrates s'effectue normalement, mais la synthèse des matières protéiques est contrariée après le stade acide aminé.

Le même auteur a constaté que le poids des tiges et des feuilles, ainsi que la largeur des feuilles et le diamètre des tiges, étaient en relation directe avec la quantité de potasse fournie à la canne. Les plantes souffrant d'un manque du K présentent une diminution du taux de croissance et de la chlorophylle. Les racines sont plus longues et les poils absorbants mal développés. La lignification est plus avancée et la cutinisation plus faible que chez les cannes normales. Enfin, au point de vue anatomique, on constate une distribution anormale des vaisseaux du cylindre central

des racines, une diminution de la taille des vaisseaux et des cellules parenchymateuses de la tige et la présence de larges cavités dans les tissus corticaux de la racine.

Comme conséquence du manque de potasse, d'autres auteurs ont observé une tendance très accrue à la formation de racines aériennes, un retard à leur croissance et un fort raccourcissement des entre-nœuds. (Hartt, A. Lee, Medolla).

La potasse exerce en outre un effet utile dans les phénomènes de maturation. La richesse en saccharose et la pureté des jus de la canne sont généralement améliorées par les fumures potassiques (Alexander, Moir, Lyman, Saint). Les cas aberrants signalés s'expliqueraient par des circonstances atmosphériques défavorables ou par des applications trop tardives, retardant la maturation (Beauchamp). Il reste aussi que le sol peut déjà être suffisamment pourvu en potasse et que l'addition de cet élément dans la fumure exerce un effet nul, ou même dépressif, s'il y a déséquilibre alimentaire.

D'après Hartt, il existerait une corrélation positive entre la quantité de potasse absorbée par la canne et celle des sucres totaux élaborés. Lorsqu'il y a déficience potassique, la proportion des sucres réducteurs par rapport au saccharose augmente dans les tiges et les feuilles. Si la déficience est plus accentuée, réducteurs et saccharose diminuent dans la tige.

Enfin, la potasse accroîtrait la résistance aux basses températures et à l'égard des maladies (Hartt). Les attaques de pourridié, auxquelles la canne a été sujette aux Antilles françaises pendant la guerre, ont été attribuées à l'insuffisance de potasse dans la fumure. Elles ont effectivement disparu par le retour aux formules normales.

On a souvent noté que les plantes étaient capables d'absorber, pendant le premier âge, un excédent de potasse par rapport à la quantité suffisant à leur développement normal, et que la potasse ainsi absorbée pouvait être utilisée par la plante au cours de sa végétation, pour parer à une déficience possible de l'absorption ultérieure (Demolon). D'après les observations de Kenjo, à Formose, le potassium émigre des vieilles feuilles de canne vers les jeunes. L'importance de cette migration dépend de la richesse du sol en potasse assimilable. Si celle-ci est faible, le prélèvement est élevé et les vieilles feuilles sont pauvres en K. Elles renferment au contraire un taux de K analogue à celui des jeunes feuilles, si le sol est bien pourvu en potasse.

Ces faits soulignent l'opportunité d'apporter les engrais potassiques au début de la végétation de la canne. Les applications tardives présenteraient d'ailleurs l'inconvénient de provoquer dans certains cas une diminution de la pureté des jus (Turner).

La potasse des engrais subit au contact du sol une rétrogradation, qui le fait passer, pour la plus grande partie, à l'état non échangeable. C'est ce qui explique que le coefficient d'utilisation des engrais potassiques est peu élevé (25 % au maximum en général) et que ceux-ci peuvent exercer une action résiduaire marquée, par suite du retour à l'état échangeable des ions K fixés par le complexe absorbant. D'après Turner, l'arrière-action de la potasse appliquée aux cannes vierges s'étendrait dans certains cas jusqu'aux troisièmes rejets.

La rétrogradation n'a pas lieu avec la même intensité dans tous les sols. Elle est liée à la teneur en K, rapportée à la capacité d'échange. Lorsque le taux de K tombe au-dessous de 4 % de la capacité d'échange à pH 7, le sol est sujet à la rétrogradation (Chaminade). La vitesse de rétrogradation augmente avec l'élévation du pH et diminue avec l'élévation du taux d'humidité. Son importance peut être réduite par les applications tardives de sels potassiques.

Ce phénomène permet d'expliquer pourquoi certains terrains, pauvres en potasse, ne réagissent qu'à de fortes doses d'engrais potassiques, les faibles doses étant dans ces terres presque totalement fixées par le complexe absorbant. L'application répétée de potasse peut, au bout d'un temps variable, élever suffisamment la richesse du sol en K, pour provoquer la disparition du phénomène de rétrogradation et assurer une meilleure utilisation des apports ultérieurs d'engrais (Chaminade). Dans le cas de terres très pauvres, il pourra être indiqué en conséquence d'effectuer une fumure de fonds aux engrais potassiques, de façon à amener le complexe absorbant à un niveau convenable de saturation en K.

Malgré la fixation du potassium par le pouvoir absorbant du sol, les quantités de cet élément éliminées par les eaux de drainage sont assez élevées, surtout dans les terres sablonneuses très légères. Il ne sera donc pas indiqué d'utiliser des doses d'engrais potassiques supérieures aux besoins des récoltes, sauf l'exception signalée ci-dessus.

Emploi des engrais potassiques.— L'emploi des engrais potassiques dans les pays producteurs de cannes présente une importance très variable. La potasse fait souvent défaut dans les terres de la zone

tropicale fortement arrosées ; par contre sa teneur est plus satisfaisante dans les régions relativement sèches. A Java, on considère que les terres sont suffisamment pourvues en potasse, pour qu'il n'y ait pas lieu d'utiliser les engrais potassiques, sauf dans certaines régions bien délimitées. Il en est de même généralement en Guyane anglaise, au Pérou, en Louisiane, en Argentine et en Egypte. Par contre, l'utilisation de la potasse est généralisée dans les districts humides des îles Hawaï (souvent jusqu'à 350 kgs de K_2O par ha), à Formose (30-75 kgs), à Porto-Rico (25-50 kgs), aux Antilles françaises (100-150 kgs), etc.

L'emploi courant des engrais azotés tend à augmenter celui de la potasse pour la culture de la canne, en raison de la solidarité d'action de ces deux éléments. Turner, à la suite des expériences effectuées à Trinidad, donne les recommandations pratiques suivantes. Lorsque la dose globale de sulfate d'ammoniaque n'est pas inférieure à 250 kgs par acre, la réponse aux engrais potassiques est douteuse, si le sol contient plus de 90 parties par million de K_2O échangeable. Des applications de 50 kgs par acre paient, lorsque le sol renferme 55 à 90 parties par million de K_2O , tandis qu'au dessous de 55 parties par millions de K_2O échangeable, des doses de 100 kgs ou plus de potasse sont indiquées. A Java, dans les terres pauvres en potasse, une dose de 300 kgs de K_2O par ha se montre généralement suffisante (Demandt).

Les principaux engrais potassiques du commerce sont le *chlorure de potasse* (49-52 % de K_2O), le *sulfate de potasse* (46-48 % de K_2O) et le *nitrate de potasse* (42-44 % K_2O). C'est le premier qui est actuellement le plus employé, en raison de son prix de revient inférieur. Aux Antilles françaises, on lui préfère cependant le sulfate. Le nitrate n'est utilisé qu'exceptionnellement.

Il ne semble pas exister, entre les trois formes d'engrais potassiques, de différences significatives, en ce qui concerne leur action sur le développement de la canne. La nocivité du chlore a été fortement exagérée : ce serait seulement dans le cas de sols déjà riches en Cl (1), que les chlorures auraient une action défavorable sur la teneur des plantes en hydrates de carbone (Demolon). Les observations déjà

(1) La dose de NaCl nocive varie avec la variété de canne et la nature du sol. Moins élevée dans les sols sableux que dans les terrains argileux, elle se trouve généralement située aux environs de 0,06 %.

anciennes de Boname ont montré que le chlorure de potassium n'avait aucun effet dépressif sur la pureté du jus de canne.

Certains auteurs déconseillent l'emploi exclusif des sels sulfatés dans les formules de fumure, en raison de l'antagonisme des sulfates vis-à-vis des chlorures et du rôle important joué par ces derniers, au point de vue osmotique, dans la plante. Il serait tout indiqué d'employer les sels de potassium chlorurés, lorsque la fumure contient d'autre part des sulfates (Barbier). Les expériences faites à Java tendraient aussi à démontrer que le chlorure serait supérieur au sulfate de potasse pour la fumure de la canne (Demandt).

Chaux et chaulage

Rôle du calcium— La fonction physiologique du calcium est assez mal connue. On a considéré surtout cet élément comme un neutralisant des acides organiques produits par la plante. On a aussi signalé à diverses reprises le rôle antitoxique de l'ion Ca vis-à-vis des ions K, Na et Mg (Demolon). Une certaine quantité de Ca est nécessaire à la migration des glucides et des protéides, ainsi qu'au développement du système racinaire (Maquenne et Demoussy). Turner, à Trinidad, a mis en évidence le rôle de la chaux dans le tallage de la canne : l'application du calcaire a déterminé, dans l'expérience citée, une majoration de 40% du nombre de talles par rapport aux parcelles témoins.

Mais c'est surtout par son action sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols que le calcium joue un rôle fondamental.

Au point de vue physique, le Ca intervient en précipitant les colloïdes, d'où amélioration de la structure des terres, qui sont rendues plus perméables et plus faciles à travailler. Un sol dessaturé se craquelle fortement en se desséchant, présente une grande résistance mécanique et se pulvérise difficilement.

L'action chimique et biologique du calcium est en grande partie liée à la réduction de l'acidité. Celle-ci exerce une influence défavorable pour plusieurs raisons. Elle peut provoquer la solubilisation de sels d'alumine, qui ont un effet toxique sur la végétation. Une dose de 10 parties d'Al par million suffirait pour produire la mort de la canne cultivée sur milieu liquide (Mc George). Les racines sont tuées et Al

s'accumule dans les nœuds de la tige, déterminant une chute prématurée des feuilles. La potasse s'oppose à cette accumulation et peut en conséquence avoir dans les sols acides une action très heureuse sur la végétation. Les cannes présentent d'ailleurs une résistance variétale variable à l'égard des sels d'aluminium : la *Bourbon* se montre très susceptible et la *Big Tanna* beaucoup plus résistante (Mc George).

D'après Magistad, dans les sols à pH compris entre 4.7 et 8.5, on n'observe pas d'Al à l'état soluble. Mais selon Mc George, au-dessous de pH 5.8 (1), l'aluminium serait présent dans la solution du sol à des doses toxiques pour la canne à sucre. Cet auteur attribue la mauvaise végétation de la plante dans les terres très acides des îles Hawaï à la présence des sels d'alumine, plutôt qu'à l'acidité elle-même, qui n'interviendrait pas directement sur la croissance de la canne (2).

L'acidité d'un sol peut avoir aussi un effet nuisible, par suite de la carence en certains éléments (Albrecht) et de la modification de l'équilibre existant entre cations alimentaires. En ce cas, le chaulage sera insuffisant pour remédier au mauvais état du sol et pourra même se montrer néfaste, en accentuant le déséquilibre (Gedroïz).

L'activité biologique des sols est en relation étroite avec leur acidité. Parmi les microbes fixateurs d'azote, l'*Azotobacter* voit son développement arrêté au-dessous de pH 5.8. Les bactéries décomposant la cellulose demandent un milieu neutre ou légèrement alcalin. Si la nitrification a lieu de pH 3.7 à pH 9, son intensité est maxima aux environs de la neutralité. D'après Nehring, elle est très faible au-dessous de pH 5 et notablement entravée jusqu'à pH 6.2. Ceci explique que les chaulages activent le processus de décomposition et la minéralisation de l'humus.

Le calcium intervient dans la solubilisation et l'absorption par la plante des divers éléments nutritifs. On admet généralement que l'application

(1) En fait, la concentration en aluminium paraît varier sensiblement, à pH égal, d'un sol à l'autre.

(2) Mc George a pu cultiver la canne sur une solution de pH 4.0 et constater que la végétation était aussi bonne qu'en milieu neutre. Cette conclusion n'a pas été toutefois confirmée par les recherches d'autres auteurs. Pardo notamment a trouvé que sur milieu nutritif de pH 4.14, le poids de matière sèche était inférieur de moitié à celui obtenu sur milieu de pH 6.97.

de chaux augmente l'assimilabilité des phosphates pré-existant dans le sol (Jarussow), et cela d'autant plus que la quantité de P^2O^5 présent à l'origine est plus faible (Gerike). Par contre, dans les terres acides, elle réduit celle de l'acide phosphorique des engrais (Nehring et Keller).

En saturant les colloïdes du sol, le Ca permet une utilisation plus complète de K^2O des engrais potassiques et favorise la solubilisation de la potasse adsorbée des sols. Cependant, par suite de l'antagonisme existant entre les ions K et Ca, l'accroissement de la teneur en Ca dans la plante est généralement accompagné d'une diminution en K, d'où la réduction, signalée par certains auteurs (Nehring), de la teneur des récoltes en K sous l'influence du chaulage.

Enfin, ainsi qu'il a été indiqué plus haut, la chaux favorise la mobilisation de l'azote du sol. Elle exercerait toutefois une action dépressive sur l'utilisation par la plante de l'azote des engrais. La courbe des rendements dus à l'N atteint plus rapidement le maximum et subit une décroissance rapide dans les sols calcaires ou surchaulés (Turner).

L'apport d'un excès de chaux, particulièrement dans les terres fortement acides, a très fréquemment une action nuisible, qui paraît due à la présence de Ca soluble sous forme de bicarbonate. L'effet dépressif sur les rendements disparaît avec le temps.

Emploi de la chaux dans la culture de la canne. — La canne à sucre absorbe de faibles quantités de chaux. S'il ne s'agissait que de pourvoir aux besoins alimentaires de la plante, les engrais calcaïques (phosphate, cyanamide, etc.) pourraient être considérés comme suffisants. D'après Harrison, une terre renfermant 0.006 % de CaO soluble dans l'acide citrique à 1 %, présenterait une richesse assez grande pour subvenir aux besoins d'une récolte normale. Mais il n'en est plus de même lorsqu'on envisage la réaction du milieu correspondant au développement optimum de la plante.

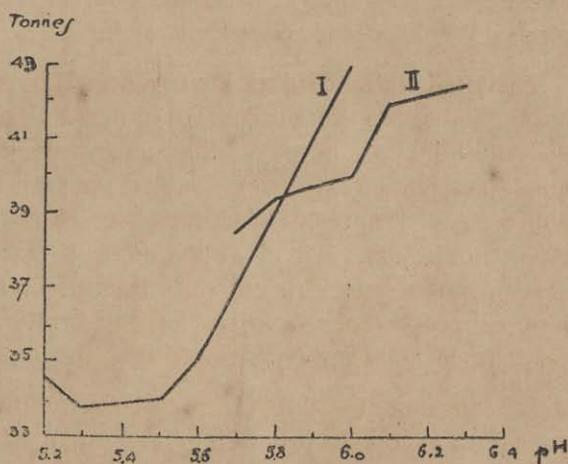
La canne peut tolérer de grandes variations du pH du sol. On a noté en fait d'excellents rendements dans les terres calcaires renfermant jusqu'à 20 % de CO^2Ca (Pérou), aussi bien que dans des sols fortement acides, exigeant jusqu'à 25 - 30 tonnes de chaux par hectare pour être amenés au point de neutralité (Hawaï). Il semble cependant que ce soit au voisinage de la neutralité que les résultats les plus favorables sont obtenus. C'est ce qui résulte notamment des études d'Arrhenius, à Java. Ci-après, un des tableaux publiés par cet auteur, au sujet de la relation

existant entre le pH du sol, le poids de matière fraîche et le poids de matière sèche de la canne (*P. O. J.* 2878 âgée de 5 mois):

pH	Matière fraîche	Matière sèche
4.5	477	83
6.0	608	108
7.0	516	125
8.0	522	119
8.5	405	80

Le maximum de matière sèche est donné par un sol neutre et celui de matière verte par une terre légèrement acide. Si elle influe moins que l'alcalinité sur le poids des récoltes, l'acidité a cependant une action plus néfaste sur la pureté des jus, qui sont chargés en dextrines et en amidon, et aussi sur la sensibilité de la canne aux maladies. D'après Arrhenius, une différence d'une unité de pH, en deça ou au-delà de la neutralité, peut entraîner une réduction de 20% du rendement maximum.

Des constatations analogues ont été faites dans d'autres pays. Croucher, à la Jamaïque, signale des rendements moyens de 18.5 tonnes de cannes à l'acre, lorsque le pH varie de 4.6 à 5.6, et de 33 tonnes dans les terres de pH 7.0-7.2. Chasteau de Balyon a obtenu, dans deux séries d'essais effectuées à l'île Maurice, les courbes de rendements ci-contre pour divers pH du sol. Les rendements (tonnes de cannes vierges par arpent) sont portés en ordonnées et les pH en abscisses.



En ce qui concerne l'action de l'acidité sur le parasitisme, Hardy, à Trinidad, a constaté que la susceptibilité aux attaques du *Tomaspis saccharina* était liée à la teneur en chaux du sol. Les cannes sont régu-

lièrement attaquées, lorsque la saturation par Ca est inférieure à 60%, tandis qu'elles se montrent résistantes dans les sols dont la réaction est voisine de la neutralité. Kalis, à Java, a également signalé que si l'acidité hydrolitique est élevée, la canne est plus sensible à l'attaque des borers. D'autre part, le système racinaire est mal développé, les tissus mous, et la bagasse obtenue brûle mal.

Pardo, à Porto-Rico, dans des essais de culture en vase (milieu liquide), a trouvé que la canne produisait un maximum de matière sèche à une réaction légèrement alcaline (pH 8.3), qu'il considère par suite comme optima pour la croissance de la plante. Ceci ne paraît pas toutefois infirmer les conclusions d'Arrhenius, car on a maintes fois constaté que la réaction optima sur milieu artificiel était très différente de celle de la culture en plein champ. D'autre part, les différentes variétés de cannes manifestent des exigences variables en ce qui concerne la réaction du sol. La *Bourbon* par exemple, est très sensible à l'acidité, tandis que la *Big Tanna*, tolère une acidité relativement élevée. La *Co. 213* et les autres hybrides de *Saccharum Barberi* s'accoutument mieux d'une forte alcalinité du sous-sol que les cannes nobles.

La relation entre le pH et la production en sucre est encore plus nette qu'entre le pH et le tonnage de cannes. Arrhenius a obtenu les résultats suivants, pour des terres voisines de la neutralité :

pH du sol	Tonnes de sucre par ha.
—	—
6.3	12.3
6.4 à 6.5	12.6
6.6 à 6.7	12.5
6.8 à 6.9	12.7
7.0 à 7.1	12.9
7.2 à 7.3	13.1
7.4 à 7.5	12.3
7.6 à 7.7	11.9
7.8 à 7.9	11.6

La réaction la plus favorable est très voisine de la neutralité (pH 7). Lorsque l'alcalinité croît légèrement, il y a une décroissance rapide

de la production de sucre, beaucoup plus marquée qu'avec une augmentation analogue de l'acidité.

D'après les observations plus récentes de Venema, l'acidité hydrolitique du sol n'aurait que peu d'effet sur le tonnage de la canne, mais le rendement en sucre par hectare diminuerait nettement lorsque l'acidité du milieu augmente. L'auteur a obtenu les résultats ci-après sur un grand domaine de Java :

Acidité hydrolitique	Cannes q/ha	Sucre q/ha	Sucre % cannes
—	—	—	—
0-9.9	1.347	148.8	11.05
10.0-19.9	1.350	161.5	11.96
20.0-29.9	1.305	148.5	11.38
30.0-39.9	1.302	126.7	9.73
40.0-49.9	1.315	144.0	10.95
50.0-59.9	1.235	105.4	8.53
60.0-69.9	1.330	102.0	7.67
70.0-79.0	—	—	—
80.0 et au-dessus	1.177	100.0	8.50

Les quelques irrégularités du tableau ci-dessus paraissent provenir de l'existence, dans les terres fortement acides, d'autres facteurs favorables qui masquent l'influence de l'acidité hydrolitique.

On pourrait s'attendre, d'après les observations ci-dessus, à ce que le chaulage de terres acides ait une influence très favorable, du moins sur le rendement en sucre. Tel n'est cependant pas toujours le cas. Les expériences de chaulage effectuées aux îles Hawaï, où il existe cependant des sols fortement acides, ont rarement donné des excédents de rendement rémunérateurs. Il a été préconisé en conséquence dans ce pays de remplacer la chaux par des engrais alcalins (phosphates, etc.), qui permettent de modifier moins brutalement le pH du sol (Moir).

De même en Guyane anglaise, les terres côtières, soumises à l'inondation pendant la jachère et dont le besoin en chaux est de 4-10 tonnes par acre-pied, ne répondent nullement aux applications de calcaire. Dans les terres tourbeuses, qui ont 20 et même 30 tonnes de besoin de chaux par acre, l'emploi de chaux se montre rémunérateur, mais seulement à petites

doses (2-3 tonnes par acre). Williams conseille bien d'utiliser de petites quantités de calcaire, mais plutôt à titre préventif, pour parer à l'acidification progressive des terres, due à l'emploi continu du sulfate d'ammoniaque comme engrais azoté.

A Java, on considère que l'action de la chaux est, dans la plupart des cas, masquée par l'intervention d'autres facteurs. Des expériences de chaulage faites à Pasoeroean, dans des sols de pH 6.0, n'ont donné aucun résultat bénéficiaire (Kalis).

Diverses raisons ont été avancées pour expliquer que les terres acides ne répondent pas aux applications de chaux.

Turner a suggéré que ceci serait en relation avec les propriétés de l'hydrate d'alumine, qui existe en proportions plus ou moins importantes dans les sols latéritiques⁽¹⁾. Cet élément est un ampholyte, c'est-à-dire qu'au-dessus du point iso-électrique (pH 6.5), il donne naissance à des ions aluminates acides et au-dessous à des ions aluminium basiques. Dans ce dernier cas, seuls les radicaux acides (chlorures, nitrates, sulfates, phosphates) peuvent être adsorbés. Lorsque cette adsorption acide est prédominante, le sol fixe difficilement les bases. L'action de la chaux est alors faible ou nulle. Elle peut même se montrer nuisible, en contrariant la fixation de la potasse des engrais par le pouvoir absorbant du sol. Par contre, les ions PO_4 sont fortement adsorbés par les ions Al, et les superphosphates exercent une action corrective de l'acidité, analogue à celle de la chaux dans les terres à adsorption basique (terres argileuses par exemple). En fait, on a constaté aux îles Hawaï que les sols ne répondant pas à la chaux ont un pouvoir fixateur élevé à l'égard des phosphates.

Mc George, aux Hawaï, et Kalis, à Java, ont fait remarquer que la chaux agissait souvent lentement dans les terres latéritiques. La neutralisation des sels d'alumine et de fer nuisible peut n'avoir lieu qu'au bout de

(1) Ces terres présentent une composition très complexe. Au stade de décomposition le plus avancé (latérite bauxitique), le silice a disparu et l'alumine se rencontre sous forme d'hydrate d'alumine pure. Mais entre ce terme et les terres argileuses typiques, où la silice et l'alumine se trouvent à l'état de silicates d'alumine et de silice hydratée, il existe tous les intermédiaires (argiles latéritoïdes).

plusieurs années, et l'effet des chaulages ne se fait sentir en conséquence qu'à partir des deuxièmes ou troisièmes rejets.

Nous avons aussi signalé plus haut que l'emploi de la chaux contraignait l'absorption de la potasse et de l'azote des engrais, et pouvait aggraver le déséquilibre existant entre les cations alimentaires dans les terres acides. En ce qui concerne ce dernier point, Gedroiz par exemple a constaté l'effet nuisible du chaulage dans les sels fortement acides, par suite de l'insuffisance du magnésium échangeable et de la valeur trop grande donnée au rapport Ca/Mg. L'assimilabilité de Fe, Mg, Mn, Bo se trouve également réduite, si la dose de chaux est trop élevée.

Enfin, il semble que l'apport de fortes fumures diminue la sensibilité des cultures à l'acidité du milieu, ainsi que l'ont montré notamment les expériences de Lemoigne, Monguillon et Dupic sur la betterave sucrière.

Si dans certains pays les chaulages n'ont pas donné de résultats appréciables dans la culture de la canne, ailleurs ils ont permis d'obtenir des augmentations très nettes de rendement. Miranda, aux Philippines, a constaté que dans les sols à pH 6.56 - 6.59, on obtenait un maximum de production en sucre, en employant 2 t. 5 de chaux à l'hectare. Lee, dans le même pays, a montré qu'une dose de 2 tonnes de chaux par ha. améliorerait la richesse et la pureté du jus de canne, mais que celles-ci étaient réduites par des apports plus élevés. Au Queensland, on considère que le chaulage est nécessaire lorsque le pH du sol tombe au-dessous de 4.5. A Porto-Rico, l'apport de calcaire donne de bons résultats dans les sols latéritiques de pH 4.5, mais ne possède pas d'action appréciable dans les terres alluviales de pH 6.7.

Mais c'est surtout à Trinidad que l'action du chaulage a été l'objet d'études suivies, de la part de Turner. Cet auteur est arrivé à la conclusion que la dose optimale de CaO à employer pour la canne correspondait au besoin de chaux, déterminé par la méthode Hardy et Lewis et représentant environ 80 % de la saturation totale du sol. A des doses supérieures, les rendements demeurent stationnaires. L'action du chaulage, qui varie avec la composition du sol et l'état de division du calcaire, se continue sur les rejets. La chaux paraît jouer un rôle important dans la faculté du rejets, en augmentant notamment le nombre de cannes par touffe.

Ci-après les résultats d'une série d'essais, entrepris dans une terre d'alluvion, avec la variété *BH. 10/12* et en appliquant aux cannes vierges de 1932 des doses de calcaire fin correspondant au besoin en chaux.

Excédents de rendement en tonnes de canne par acre.

	I	II	III
	—	—	—
Cannes plantées (1932) . . .	7.95	6.82	6.15
1 ^{ers} rejetons (1933)	6.34	7.47	5.74
2 ^e — (1934)	6.10	6.09	5.77
Cannes plantées (1936)	7.58	4.98	8.37
1 ^{ers} rejetons (1937) . . .	8.25	8.23	9.10

Dans les sols dégradés et épuisés, l'action de la chaux est beaucoup moins nette. Au lieu d'être à peu près uniformément répartis entre les cannes vierges et les rejetons, les excédents de rendement, faibles pour les cannes plantées, s'accroissent en premiers et surtout en seconds rejetons, pour diminuer à nouveau à la replantation.

Turner a signalé en outre qu'en présence d'azote (sulfate d'ammoniaque ou fumier de ferme), la courbe des rendements obtenus en employant des doses croissantes de chaux, au lieu de rester en plateau une fois le maximum atteint, subit un fléchissement sensible. La diminution de rendement dépend de la quantité d'azote : elle est très importante lorsque les doses de cet élément dépassent 80 - 100 lbs. par acre. Réciproquement, les rendements dus au sulfate d'ammoniaque atteignent plus rapidement le maximum en présence qu'en l'absence de chaux, et décroissent très sensiblement dans les terrains calcaires ou dans ceux qui ont été surchaulés.

L'action antagoniste de la chaux et de l'azote peut être combattue par l'addition de phosphates. Un apport de 20 lbs. de P²O⁵ soluble dans l'eau par acre donne lieu à un gain sensible dans les sols les plus chaulés, en présence de potasse et de fortes doses d'azote.

La potasse ne paraît pas avoir d'effet sur l'action dépressive de la chaux en présence de sulfate d'ammoniaque. Cependant, lorsque le sol est déficient en K²O, le rendement peut être accru par addition de sels potassiques, s'il y a suffisamment de phosphates. Une dose de 50 lbs. de K²O par acre paraît suffisante pour assurer le plein effet de la chaux. L'action de K²O est plus sensible dans les terres surchaulées.

Enfin, d'après Turner, la chaux exerce sur la pureté des jus de canne une action qui dépend des facteurs climatiques et des quantités de CaO utilisées.

Lorsque les conditions d'humidité sont défavorables à la maturation, le chaulage peut avoir un effet dépressif sensible sur le Brix, le taux de saccharose et la pureté. Dans le cas contraire, il y a une tendance très nette à l'amélioration de la qualité du jus, jusqu'à un maximum, qui correspond aux environs du demi-besoin en chaux. A des doses plus élevées, la pureté et la richesse en saccharose diminuent.

Pratique du chaulage.— Les observations précédentes indiquent la complexité de la question du chaulage et expliquent pourquoi celui-ci est relativement peu pratiqué dans les pays producteurs de cannes. Si la détermination du pH du sol, et surtout celle du besoin en chaux, donnent des indications utiles, il sera nécessaire, pour préciser l'opportunité des applications de chaux, de faire des expériences en plein champ. Dans certaines terres très acides, il pourra être indiqué de substituer les amendements phosphatés aux amendements calcaires et, dans d'autres cas, d'utiliser pour la fumure des engrais calciques (scories, cyanamide, etc.). Il importera d'éviter des apports excessifs de chaux, qui non seulement ont une action dépressive sur le rendement, mais encore épuisent les terres, en favorisant l'entraînement des principes fertilisants par les eaux de drainage.

Les chaulages sont effectués en tête de rotation, avant plantation des cannes. Le calcaire (ou la chaux) est épandu uniformément à la surface du terrain, entre deux labours, ou bien après le dernier labour, avec incorporation au sol par un hersage.

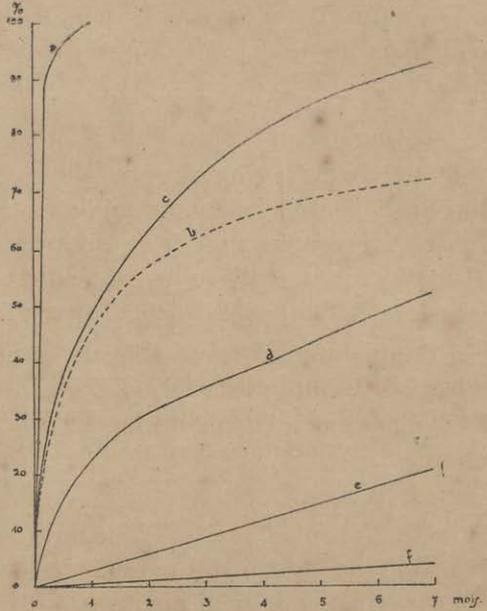
On peut utiliser soit de la chaux vive, soit du calcaire broyé. Les expériences effectuées à Trinidad et en Guyane anglaise tendent à montrer la supériorité de ce dernier, qui agit d'une façon moins brutale et se prend moins facilement en masse.

Le finesse du broyage a une grande importance. D'après Turner, les excédents de rendement obtenus avec le calcaire grossier (35 % seulement passant au tamis 100) sont sensiblement moins élevés que ceux fournis par du calcaire fin (60-70 % passant au tamis 100), et des apports correspondant au besoin en chaux ne sont plus rémunérateurs. D'autre part les excédents de rendement des rejetons sont moins importants que ceux des cannes vierges.

La valeur neutralisante des matériaux de finesse variable dépend de la

durée de contact et du pH du sol ; plus ce dernier est acide et le produit fin, plus la vitesse de réaction augmente.

Kerr et von Stieglitz (Queensland), par exemple, ont obtenu les résultats représentés par la courbe ci-contre, en traitant une terre argileuse alluviale fortement acide avec de la craie précipitée (a), du calcaire commercial (b) et du marbre broyé à différentes finesses : plus fin que le tamis 100 (c), passant entre les tamis 50 et 100 (d), 25 et 50 (e), 12 et 25 (f), employés à la dose de 6 tonnes par acre. En ordonnées sont portés les pourcentages de chaux décomposée dans le sol et en abscisses les temps en mois. Les calcaires grossiers ne passant pas au tamis 20 réagissent très lentement.



En ce qui concerne les scories, 80 % de leur chaux totale seraient neutralisés au bout de 2, ans dans une terre d'acidité moyenne (Pierre.)

Éléments secondaires.

En plus des quatre éléments essentiels : N, P, K, Ca, qui entrent normalement dans les fumures ou les amendements, les tissus végétaux renferment un grand nombre d'autres éléments minéraux : S, Mg, SiO_2 , Fe, Mn, Cu, Bo, etc. Si les expériences de laboratoire ont permis de démontrer que certains d'entre eux sont indispensables ou utiles au développement des plantes, par contre leur emploi dans les fumures a en général donné des résultats peu appréciables. Ceci paraît dû à ce que les sols renferment habituellement des quantités suffisantes de ces éléments secondaires pour satisfaire les besoins des récoltes, et aussi à ce que les engrais commerciaux contiennent des impuretés qui apportent certains d'entre eux. Ainsi, la chaux du commerce renferme de la magnésie, les sels de potasse de petites quantités de bore et de manganèse.

Soufre.--- Le soufre, comme le phosphore, entre dans la constitution des protéides végétaux. G. Bertrand a montré que les plantes cultivées et les terres renferment des quantités très variables de cet élément. Il estime que dans les cas de déficience du sol, le soufre devrait être employé comme engrais, au même titre que l'azote, le phosphore et le potassium.

D'après Martin (Hawaï), le manque de soufre se traduirait, chez la canne à sucre, par une coloration vert jaunâtre des jeunes feuilles, passant ensuite à la couleur jaune citron clair, lavé de violet. Stevens, en Floride, a observé que si le soufre n'influe pas sur le rendement brut des cannes, il paraît affecter d'une façon appréciable la qualité de la récolte, en augmentant d'environ 10% la quantité de sucre récupérable.

Pratiquement, certains engrais chimiques (sulfates, superphosphates), ainsi que le fumier de ferme, constituent une source assez importante de S⁽¹⁾, pour qu'il n'y ait pas lieu d'envisager habituellement un apport spécial.

Une exception doit être faite cependant pour les terres alcalines, où la fleur de soufre, qui subit dans le sol l'oxydation sulfurique par voie biochimique, donne des résultats remarquables. On a aussi utilisé avec succès en Floride, pour abaisser le pH du sol, de l'acide sulfurique dilué, en pulvérisations dans le sillon de plantation, une semaine avant la mise en place des boutures (Allison). Enfin, les mélasses et les vinasses peuvent être employées avantageusement pour la régénération des sols alcalins.

Dans les terres non alcalines, lorsque le soufre fait défaut, on peut utiliser le plâtre.

Magnésium.--- Bien que l'importance des sels de magnésium dans la nutrition végétale ait été depuis longtemps mise en évidence, le rôle physiologique de ce corps est encore mal connu. La magnésie paraît surtout intervenir dans la constitution de la chlorophylle, qui renferme 2.7% de Mg. Sa déficience donne lieu à des chloroses; les feuilles de canne âgées ont une coloration plus claire et présentent, sur toute leur

1) Les varechs et les herbes marines peuvent aussi être utilisés comme source de soufre.

surface, de petites taches chlorotiques, souvent coalescentes, qui virent ensuite au brun foncé (Martin, van den Honert).

L'excès de magnésium provoque des phénomènes toxiques et, dans le cas de la canne, donne des jus difficilement cristallisables. Il agit aussi sur les propriétés physiques du sol qui devient imperméable, « glacé », comme dans le cas où Ca est remplacé par Na.

La magnésie peut se substituer à la chaux dans une certaine mesure sans qu'il y ait d'action défavorable sur le rendement. Le rapport CaO/MgO dans le sol paraît susceptible de varier dans de larges limites sans inconvénients.

En ce qui concerne le cas spécial de la canne, Eckart, aux îles Hawaï, a constaté que la végétation était bien meilleure, lorsqu'il y avait un excès de chaux par rapport à la magnésie. Loew, à la suite d'observations faites à Porto-Rico, indique le rapport 2/1 comme correspondant probablement à l'optimum, étant entendu que la chaux et la magnésie présentent le même état d'assimilabilité. Mais d'après Hance (Hawaï), ce serait dans les sols où le rapport de Ca à Mg ou à Na échangeables se trouve aux environs de 5/1, que les conditions seraient les plus favorables à la végétation de la canne.

Selon Bird, dans les alluvions côtières de la Guyane anglaise, riches en sels de magnésie, la végétation de la canne est contrariée, lorsque le rapport Ca/Mg est inférieur à 2. Le même auteur conseille, pour remédier à l'action toxique d'un excès de magnésie, de chauler le sol et d'effectuer des labours profonds, qui facilitent l'entraînement de cet élément dans les sous-sols par les eaux de pluie.

D'après Eckstein, l'analyse du sol ne permet pas de déterminer les besoins en magnésie. Ceux-ci ne peuvent être précisés que par l'expérimentation culturale et l'observation foliaire. Lorsque de fortes doses d'N-P-K ne donnent pas les augmentations de rendement escomptées, souvent la cause en est due à une insuffisance de Mg dans le sol. L'apport de magnésie peut se faire sous forme d'oxyde ou de carbonate. Les chaux magnésiennes ont fréquemment donné des résultats avantageux.

Silice.--- La silice existe en proportions élevées dans les tissus de la canne, les cendres de la plante renfermant 50% ou plus de SiO². Le rôle physiologique de ce corps est cependant resté jusqu'ici assez obscur.

Les engrais paraissent modifier assez peu l'absorption de SiO². Cependant, d'après de Sornay, il semblerait que la canne absorbe moins de

silice, quand elle se trouve en présence d'un engrais complet. Suivant le même auteur, le manque d'azote produirait un abaissement de la teneur des feuilles en silice.

L'emploi des silicates solubles a déterminé, dans certains cas, des accroissements sensibles de rendement, mais ceci serait dû uniquement à l'action solubilisatrice exercée à l'égard de l'acide phosphorique fixé par le sol (Lemmermann, Arrhenius). Comme les phosphates coûtent moins cher que les silicates, l'utilisation de ces derniers dans les formules de fumure ne paraît pas devoir s'étendre.

Fer.--- Le fer est nécessaire au développement des végétaux. Sa carence se manifeste par un état chlorotique des feuilles de canne, qui présentent des rayures décolorées parallèles et finissent par devenir entièrement blanches (Martin). De plus, le système racinaire subit un arrêt dans son développement, attribuable sans doute au manque d'hydrates de carbone, résultant de ce que les feuilles ont perdu leur pouvoir assimilateur (van den Honert).

Le fer existe généralement en quantités largement suffisantes dans la terre. Mais il arrive que sa solubilisation soit contrariée par un excès de chaux dans la solution du sol.

La précipitation du fer étant en relation étroite avec la concentration en ions H (Rogers et Shive), le meilleur remède consiste à améliorer la réaction du sol par l'application de produits acidifiants. Ainsi Ghosh et Nukherji, dans l'Inde, ont utilisé, pour traiter la chlorose des cannes venant dans des sols à pH élevé (jusqu'à 8.75), des applications de sulfate de magnésie ou de plâtre. L'emploi de sels de fer solubles se montre généralement peu efficace, en raison de leur insolubilisation, rapide dans le sol. Les pulvérisations répétées, avec une solution de sulfate ferreux à 2 %, sont plus efficaces, mais peu pratiques en grande culture.

Cuivre.--- Allison a constaté que, dans les terres tourbeuses de Floride (1), les applications de cuivre, sous forme de sulfate, étaient nécessaires pour obtenir une végétation normale de la canne. Dans les

(1) Bourne, dans les mêmes sols, a également obtenu des résultats très nets, en ce qui concerne à la fois le rendement et la précocité de la canne, par l'emploi du sulfate de zinc, à la dose de 56 lbs par acre.

sols nouvellement défrichés et non traités, les plantes ont une végétation rabougrie, et les feuilles présentent des stries et bandes décolorées, ayant une grande ressemblance avec celles provoquées par la mosaïque.

Ces symptômes pathologiques disparaissent, si l'on applique du sulfate de cuivre dans le sillon avant la plantation. L'influence du traitement continue à se faire sentir sur les rejetons suivants. L'injection de solutions faibles de cuivre, ou mieux d'une petite quantité de cuivre précipité, sous forme de bouillie bordelaise, dans les boutures destinées à la plantation, améliore aussi d'une façon très nette la végétation de la canne. Allison pense en conséquence que le cuivre intervient, non en agissant sur la microflore ou sur la composition chimique du sol, comme on l'avait pensé tout d'abord, mais en exerçant une action antitoxique à l'égard de certaines substances, produites dans le sol par la décomposition de la matière organique, absorbées par la plante.

L'emploi du sulfate de cuivre, à la dose de 75 - 100 lbs. par acre, seul ou en mélange avec les engrais, tend à devenir une pratique normale dans les sols humifères de Floride. Moir signale également qu'aux îles Hawaï le cuivre a donné, dans certains cas, des augmentations considérables de rendement.

Manganèse.— La déficience en manganèse apparaît assez fréquemment dans les terres légères, possédant une alcalinité élevée. Elle se fait particulièrement sentir au cours des années sèches, où la montée de l'eau des couches profondes par capillarité provoque l'accumulation de la chaux, temporairement du moins, dans le sol de surface : le manganèse échangeable se verrait alors précipité à l'état d'oxydes peu solubles. Le plus souvent, les sols ont toutefois une bonne richesse naturelle en manganèse, toujours étroitement associé au fer.

Diverses affections des plantes cultivées (certaines chloroses observées sur avoine, maïs, betterave, haricots, maladies des taches grises de l'avoine) ont été attribuées à une carence en manganèse, et ont pu être traitées par des applications de cet élément, qui peuvent se traduire par des augmentations importantes de rendement.

En ce qui concerne le cas spécial de la canne, Allison a constaté l'action favorable exercée par le sulfate de manganèse dans les terres humifères de Floride soumises à l'écobuage, et où le pH peut atteindre 8.0 et même plus. Il est avantageux toutefois d'associer son emploi à celui du soufre ou de l'acide sulfurique, qui abaisse l'alcalinité, ce qui

facilite la solubilisation du manganèse. Les doses employées sont de 40-50 lbs de sulfate de Mn par acre. Une formule de fumure généralisée sur certaines plantations de Floride dose en éléments fertilisants 0-8-24-4-2 (N-P-K-Cu-Mn).

Aux îles Hawaï, Atherton Lee et Mc Hargue ont trouvé que l'affection connue sous le nom de « Pahala blight » était d'origine physiologique et due à une déficience en manganèse. Les feuilles de cannes malades présentent une chlorose rayée, semblable à celle provoquée par un manque de fer, mais localisée plutôt à l'extrémité et au milieu du limbe. Les rayures chlorotiques deviennent complètement blanches. Parfois il se forme de petites taches mortes qui, en devenant coalescentes, font que la feuille se déchire facilement dans le sens de la longueur.

On a noté aux îles Philippines que les cannes provenant de terrains calcaires et fournissant des jus de bonne pureté et de richesse saccharine élevée renfermaient des proportions de manganèse plus fortes que les cannes donnant des jus pauvres.

Le manganèse stimule la croissance végétative à des concentrations relativement faibles (4.5-6.0 parties par million), pourvu que les autres éléments nutritifs soient présents en quantités suffisantes. A des doses un peu élevées, il se montre par contre toxique pour la végétation.

Bore.— Comme dans le cas du manganèse, les déficiences en bore apparaissent surtout dans certains sols alcalins ou fortement chaulés. On a suggéré que le chaulage pouvait avoir comme conséquence d'intensifier le développement de la microflore, laquelle absorberait le bore facilement soluble.

Cet élément s'est montré très efficace pour combattre diverses affections des plantes cultivées : pourriture du cœur de la betterave (Brandenbourg, Bokko), certaines affections du tabac (Kuijper) et de la tomate (Johnston). Meyer a pu obtenir, avec la betterave sucrière, par l'emploi de 20 lbs. de borax par acre, des augmentations de rendement de plus de 5 tonnes de racines par acre. En France, au cours de ces dernières années, l'industrie a mis au point la fabrication d'engrais spéciaux pour la betterave, contenant du bore, et devenus d'un usage assez courant.

D'après E. M. Schmidt, le bore interviendrait en régularisant l'absorption des nitrates par la plante.

En ce qui concerne la canne, Martin, aux îles Hawaï, et van den Honert, à Java, ont constaté que l'absence de bore dans les solutions nutritives se

traduisait par une dépression de la croissance et par des lésions caractéristiques de la plante.

Les feuilles présentent des petites taches allongées, d'un blanc transparent, souvent groupées en ligne dans le sens de la longueur du limbe. À un stade plus avancé, les taches se dépriment sur la face supérieure et sur la face inférieure du limbe. À leur centre apparaît un petit noyau de coloration rouge ou brun foncé. Parfois aussi et chez certaines variétés, il se forme à la partie inférieure de la feuille des protubérances rappelant l'aspect des galles. Les taches décolorées tendent à se déchirer, ce qui détermine la production de dessins scalariformes, atteignant souvent plusieurs centimètres de long. Les feuilles malades sont également plus étroites à la base, partiellement chlorosées et déformées sur les bords. Les tiges présentent parfois, aux environs du point de croissance, des rayures brunes, scalariformes.

Le bore est utilisé sous forme d'acide borique ou de borax, à la dose de 15-25 kgs. à l'ha. Des apports supérieurs peuvent être nuisibles à la végétation. On le mélange aux autres engrais, ou bien on fait une solution dont on arrose du sable sec. Celui-ci, après avoir été soigneusement mélangé, est répandu dans le champ.

Il suffit de très faibles quantités de bore pour que la croissance normale de la plante soit rétablie: 0 mg. 1 par litre de solution d'après van den Honert, et 0 mg. 22 par litre selon Martin. Comme dans le cas du cuivre et du manganèse, l'analyse chimique de la plante et du sol fournit des résultats trop imprécis, pour permettre de se rendre compte des besoins en bore.

(A suivre.)

ACTES ET DOCUMENTS
DE LA CHAMBRE CONSULTATIVE D'AGRICULTURE.

PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 10 MARS 1938. (1)

Le jeudi 10 mars, à 9 heures 30, dans la bibliothèque du service d'agriculture, s'est réunie la Chambre consultative d'agriculture sous la présidence de M. Eugène Raibaud, chevalier de la Légion d'honneur.

Etaient présents :

MM. Depaz Victor, vice-président, chevalier de la Légion d'honneur ; Kervégant, chef du service de l'agriculture ; Eugène Albert ; Dolaur Rotardier ; Rioual ; Hervé Joseph ; de Reynal Alfred ; Gallet de Saint-Aurin ; Joseph Hayot, secrétaire *p. i.*

Se sont fait excuser :

MM. Dormoy Henry ; Clément Charles ; Tardon Asthon.

N'ont pas pris part à la réunion :

MM. Saint-Jacques, absent de la colonie ; Aubéry ; Meyer ; Laroche ; Asselin ; Hayot Gabriel ; D^r. Pignol ; Despointes Jules ; Clerville Clerc ; Blaisemont ; de Reynal Jean ; Xavier, chef du service vétérinaire.

Le quorum prévu par le règlement intérieur étant atteint, le président ouvre la séance et propose un instant de suspension en signe de deuil, à l'occasion du récent décès de M. le Gouverneur Alberti, qui s'est toujours tant prodigué pour tout ce qui intéressait l'agriculture.

La séance est reprise et le président, en rappelant que la chambre s'est réunie 3 fois durant l'année écoulée, pour délibérer d'affaires relevant de ses attributions, rend compte à l'assemblée des travaux qui ont retenu l'attention du bureau en 1937 et dont les principaux ont été les suivants :

(1) A insérer au Bulletin de mars 1938 date à laquelle le présent procès-verbal n'a pu être publié.

Représentation de la chambre au Comité Interprofessionnel Bananier, où le délégué, M. Gerbinis, gouverneur honoraire des colonies, a travaillé avec succès à la défense de la banane martiniquaise.

Le président informe l'assemblée, qu'il a remercié M. Gerbinis au nom de la chambre, pour le rôle prépondérant que ce dernier a assumé dans les débats du C. I. B. et pour les importants résultats dus à ses interventions.

Le président ajoute qu'il profite de la circonstance pour faire savoir à la Compagnie, qu'il a été prévenu par des personnes autorisées (mais à titre purement officieux), de l'intérêt qu'il y aurait pour la défense de la banane martiniquaise, à ce que le délégué de la chambre soit choisi en parfaite unité de vues et de tendances avec les représentants : de la Fédération des syndicats de producteurs de bananes, des organismes de production et des corps élus. Il signale l'opportunité de la désignation de M. Graëve, ancien député de la Guadeloupe, très au courant des questions bananières, pour représenter tant la chambre que tous les autres organismes, de telle sorte qu'il soit créé une sorte de « front commun » dans la circonstance.

Il ajoute qu'il serait heureux d'avoir l'avis de la chambre, tenant toutefois à déclarer qu'à son point de vue personnel il conviendrait de renouveler les pouvoirs de M. Gerbinis en raison de son action au C. I. B.

Le président informe ensuite la chambre qu'en fin 1937 et au début de 1938, il a pris l'initiative tandis que se dessinaient de graves tractations contre la production bananière martiniquaise, de se joindre aux groupements, fédération de syndicats, commission coloniale, etc., afin de donner de toute urgence délégation aux parlementaires de la Martinique de représenter la chambre et de formuler toutes protestations utiles au nom de cette dernière. Il ajoute que l'action conjuguée de toute la représentation parlementaire a empêché de voir sacrifier les intérêts de la banane martiniquaise.

M. Hervé dit alors qu'il tient à faire ressortir une fois de plus l'œuvre de M. Gerbinis en tant que délégué de la compagnie. Il estime que les pouvoirs de ce dernier devraient être renouvelés comme l'a suggéré le président. Il entretient également la chambre de l'intérêt qu'il y aurait pour la production bananière, à voir établir comme cela se fait en France pour toutes les productions de fruits, une réglementation, tant des caractéristiques du fruit que du chiffre de sa production, de sa présenta-

tion à telle ou telle clientèle, de sa vente, toutes opérations pour lesquelles on fait appel au concours de tous les producteurs et vendeurs de fruits.

La chambre retenant les intéressantes suggestions de M. Hervé, donne mandat à ce dernier, de jeter les bases d'un projet de réglementation semblable, pour la banane. Elle décide de renvoyer à la prochaine séance la discussion du renouvellement des pouvoirs de M. Gerbinis, le président ayant expliqué qu'il serait utile d'attendre l'approbation du budget en conseil privé, afin de connaître les ressources financières mises à la disposition de la chambre et permettant d'indemniser éventuellement M. Gerbinis dans ses déplacements entre Pau et Paris.

Le président continuant l'énumération des travaux du bureau signale qu'en 1927 celui-ci a assuré :

b) Le versement de la subvention permettant au chef du service de l'agriculture de publier au Bulletin agricole les études et conseils pratiques relatifs à la production maraîchère et fruitière, particulièrement appréciés des petits artisans.

c) L'introduction des agrumes sélectionnés, provenant de « l'Agricultural society of Trinidad and Tobago » et vendus au prix de revient ainsi que l'importation de nouvelles seedlings de cannes, expérimentées par « l'Agricultural society of Barbados » telles que, la B 726 et particulièrement la B 2).35, cette dernière très appréciée dans l'île anglaise, pour sa richesse en sucre et sa belle végétation. Le président signale au sujet de cette importation, qu'une demande de la chambre pour introduire 1.000 plants de cannes, adressée au chef de la colonie et transmise au ministère des colonies avec avis favorable, a été réduite à une dérogation d'importer 400 plants seulement, lesquels ont été confiés tant au service de l'agriculture qu'au Président honoraire, M. Simon Hayot.

d) Le versement d'une subvention au service d'hygiène, pour l'aider à assurer les envois réguliers dans tous les postes de gendarmerie et les triages forestiers, de sérums anti-venimeux et d'autres sérums contre les différents charbons de l'espèce bovine.

e) L'attribution aux producteurs bananiers de la Martinique d'une subvention pour leur permettre d'acquitter leurs cotisations au C. I. B.

f) L'octroi de différentes subventions qui ont permis la réalisation de certaines initiatives telles que : celle de M. Thomarel concernant l'augmentation et le renouvellement des collections ou documents du pavillon de la Martinique à l'exposition internationale de Paris ;

Celle de M. Jean Claude, cinéaste, pour une documentation cinématographique, sur la production sucrière et rhumière particulièrement sur les petites distilleries ; celle de M. Stehle botaniste distingué, en vue de la publication d'un important ouvrage relatif à la flore des Antilles complétant l'ouvrage du Révérend Père Duss, enfin celle de M. Banchelin pour le livre que se promettait d'écrire sur le Lycée de Saint-Pierre, l'ancien proviseur du Lycée Schœlcher ;

g) L'étude des modifications indispensables pour le redressement du décret régissant le conditionnement de la banane ;

h) Les démarches faites tant auprès de M. Alberti qu'auprès de M. Allys, gouverneur intérimaire, au sujet des accords ouvriers afin qu'il soit tenu compte dans les contrats de travail des avantages en nature accordés aux ouvriers ;

i) Les démarches, télégrammes et correspondances concernant le fret bananier et la nouvelle réglementation des rhums ;

j) La centralisation des renseignements confidentiels, fournis par les producteurs de rhum et établissant conformément aux statuts organiques de la chambre, le prix de revient annuel du litre de rhum, dans les différents centres de la colonie ;

k) L'établissement du projet fourni au chef de la colonie, comprenant l'étude mise au point dans tous ses détails d'un concours agricole, que la chambre se proposait d'organiser en fin 1937 ou au début 1938 et qui avait été fortement encouragé par M. le Gouverneur Alberti, projet qui n'a pu être retenu, le Conseil général, dans sa session de novembre 1937, n'ayant pu accorder les crédits demandés. Le président signale que cette manifestation s'annonçait très brillante en raison de la participation financière de la Chambre de commerce dont le concours était entièrement acquis.

Le président épuisant l'ordre du jour, soumet à la chambre le projet de budget de 1938.

Après discussion, différentes subventions sont votées entre autres celles afférentes à : la préparation annuelle de l'exposition permanente de la France d'Outre-Mer relative aux produits coloniaux tels que : les épices, condiments, cacao, cafés, etc., et dont M. Kervégant, chef du service de l'agriculture a signalé l'importance ;

Celle, promise au poste de radio-diffusion Séri, qui a offert des conditions exceptionnelles pour la propagande par voie de conférences agricoles,

Le président fait connaître que M. Kervégant a bien voulu promettre son concours. Il invite les membres de la chambre à seconder dans ce champ d'action le chef de service de l'agriculture, qui est toujours si disposé à se dépenser pour la cause agricole.

Le budget, qui s'établit comme suit, a été adopté sans observations :

BUDGET 1938.

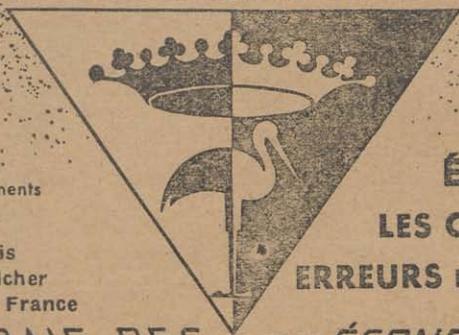
<i>Recettes</i> : Subvention coloniale 1938.....	25.000
soit après prélèvement du dixième.....	22.500
<i>Dépenses</i> : Frais de bureau et correspondance, télégrammes, câblogrammes, téléphone.	3.500
Subvention pour la préparation de l'exposition permanente de la France d'Outre-Mer, relative aux produits coloniaux tels que: le cacao, les épices, les condiments.....	2.000
Subvention à un poste de radio-diffusion pour les confér. agricoles.	2.400
Subvention au directeur de l'Institut d'hygiène pour les frais d'expédition des sérums.	500
Subvention au R. P. Delawarde pour son étude de « La vie paysanne à la Martinique ».....	600
Subvention à M. Jean-Guillaume pour ses études sur le rhum...	500
Complément de subvention à M. Stehle pour son ouvrage sur la flore des Antilles	2.000
Institut colonial. Congrès permanent de la France d'Outre-Mer.	500
Secrétariat.....	3.600
Bulletin Agricole...	3.000
Achat de plants de cannes par le service de l'Agriculture.....	1.000
Achat d'ouvrages sur l'Agriculture Tropicale.....	1.000
Complément achat couronne mortuaire Gouverneur Alberti...	500
Dépenses imprévues.....	1.400
Total	<u>22.500</u>

Plus rien n'étant à l'ordre du jour, le président lève la séance à 11 heures.

Le secrétaire,
SAINT-JACQUES

Le président,
E. RAIBAUD.

ÉQUILIBRÉS - A HAUT DOSAGE
LES ENGRAIS
PEC
 GRAND-COURONNE (Seine Inf^{re})



Pour tous renseignements
 s'adresser à :
 Bureau d'Etudes
 sur les Engrais
 3, rue Schœlcher
 à Fort de France

ÉVITENT
LES COUTEUSES
ERREURS DE FUMURE

LES ENGRAIS PEC SONT ÉCONOMIQUES



EMBALLEZ VOS FRUITS

SOUS **“CELLOPHANE”** MARQUE DÉPOSÉE

**Figues de bananes, Ananas,
 Mangues, Citrons, etc.**

Agent pour la Martinique et la Guadeloupe :

LANGE-CELLERIN

42, RUE VICTOR HUGO, 42

Fort-de-France (Martinique.)

L'engrais qui
améliore les rendements
et la qualité des récoltes



L'engrais qui
abaisse les prix de revient
et valorise des produits

RIMBAUD & DE JAHAM

FORT-DE-FRANCE (MARTINIQUE)

Adr. télégr. : RIMBAUHAM Fort-de-France **=====** R. C. n° 3.942

Consignation, Exportation, Affrètement

Importation de matières premières pour Engrais

SUR COMMANDE ET EN STOCKS :

Sulfate d'ammoniaque, Nitrate de soude, Superphosphate de chaux, Guano.

Vendeur principal de :

**LA SOCIÉTÉ COMMERCIALE DE POTASSES D'ALSACE
ET DE LA SOCIÉTÉ DES POTASSES
ET ENGRAIS CHIMIQUES**

Sur commandes et en stocks :

Sulfate de potasse,
Chlorure de potassium,
Phosphate bicalcique



Engrais composés P. E. C.

pour la fumure de la Canne et des Bananiers

MATERIAUX DE CONSTRUCTION DE TOUTES SORTES

Sapin du Nord de premier choix, Bois blanc, Ciment, Tuile de Marseille, Tôles ondulées galvanisées, Ardoises fibro-ciment. Fers ronds, Carreaux rouges, Carreaux ferrugineux, Carreaux ciment & Céramiques de toutes sortes

TOUTES FOURNITURES POUR USINES ET DISTILLERIES

Sac à sucre, Futs à rhum, Traverses en pin créosotées
Traverses métalliques, Rails, etc....

CHARBON DE TERRE — BRIQUETTES — BRIQUES RÉFRACTAIRES.

ASSURANCES CONTRE INCENDIES ET CONTRE CYCLONES.

BULLETIN AGRICOLE DE LA MARTINIQUE

Organe du Service et de la Chambre d'Agriculture de la Martinique

Fort-de-France (MARTINIQUE).

Abonnement annuel.

Martinique.....	18 francs
France et colonies,	20 »
Etranger	22 »

Tarif des annonces.

Le BULLETIN AGRICOLE accepte des annonces hors texte pour tout ce qui intéresse l'Agriculture et les Industries agricoles aux conditions suivantes :

1 page	250 francs.
1/2 page	130 »
1/4 page	70 »

Ces prix s'entendent pour 4 insertions payables d'avance.

Pour toutes communications,
s'adresser à M. le Chef du Service de l'Agriculture,
Fort-de-France (Martinique).
