

LE PROBLÈME DES ENGRAIS EN INDOCHINE

par A. ANGLADETTE

Ingénieur des Services de l'Agriculture des Colonies

NÉCESSITÉS ET POSSIBILITÉS D'UTILISATION DES ENGRAIS EN AGRICULTURE INDOCHINOISE

Le plan d'industrialisation de l'Indochine prévoit une importante production locale d'engrais. Il convient, avant toute mise en exécution de ce programme :

- 1° de préciser les données actuelles du problème ;
- 2° d'évaluer le profit qu'en pourra retirer l'Indochine ;
- 3° de déterminer la nature des fabrications d'engrais.

La présente étude répond à ces trois ordres de préoccupation.

Il est toutefois un aspect de la question dont l'importance doit être soulignée particulièrement (la réussite technique et financière du projet en dépend) : les possibilités de placement des engrais.

En France, les gens avertis des « choses de la terre » estiment que le cultivateur reconnaît la valeur d'une formule d'engrais lorsqu'elle aboutit à un gain de récolte de l'ordre de 25 %.

En Indochine, les rendements sont extrêmement variables, et, d'une campagne à l'autre, ils oscillent autour de la moyenne dans de larges proportions, d'autant plus fortes que les cultures sont plus extensives. Selon les conditions climatiques, hydrauliques, parasitaires, les rendements peuvent varier de la perte totale de la récolte à une production double de la moyenne. *Le service de propagande du négociant d'engrais ou du service technique ne convaincra le cultivateur de la nécessité de la fumure que si les accroissements de production sont très nettement supérieurs aux variations habituelles de rendement.* On est loin de l'engrais simplement payant, conception de l'agriculture intensive moderne.

On aura toujours avantage, pour généraliser l'emploi des engrais, à préconiser des formules de fumure amenant de très forts accroissements de rendements.

D'autre part, les disponibilités du paysan sont minimales ; il faudra toujours chercher à faire acheter l'engrais efficace le moins cher. Les phosphates naturels sont fort indiqués à ce point de vue.

Enfin pour le cultivateur indigène, l'engrais est une sorte de médicament, de tonique que l'on apporte à la plante ; il doit être préparé et conditionné en vue d'un emploi facile. Si un riziculteur possesseur de 4 ha. de rizières veut « de l'engrais » pour doper ses quatre congs de pépinières, le négociant devra lui fournir du sulfate d'ammoniaque, par exemple non pas en sac de 100 kg, mais en quatre sacs de 25 kg. L'acheteur des 100 kg. de sulfate d'ammoniaque, notre cultivateur, aurait certainement tendance à les épandre en totalité sur les quatre congs pensant que le quadruplement de la dose quadruplera la production. Cet exemple caractérise une observation maintes fois faite.

En résumé, la généralisation de l'emploi des engrais ne sera possible qu'aux trois conditions suivantes :

- obtention d'accroissement de rendements très supérieurs aux variations habituelles de production,
- bon marché des engrais,
- conditionnement approprié.

La condition primordiale de tout commerce d'engrais reste la mise en vente d'un produit « loyal et marchand ».

Les résultats économiques et politiques d'une généralisation de la fumure : accroissements des quantités exportables, d'où rentrée des devises, résorption de la sous-alimentation dans le Nord, justifieraient l'imposition de la fumure par voie d'autorité.

Évolution et état actuel de la question

Dans un monde où la concurrence se fera plus âpre que jamais, la Fédération indochinoise devra dans le calme retrouvé s'orienter hardiment vers une politique agricole des hauts rendements, des produits de qualité et des faibles prix de revient.

Un clavier de moyens variés est à la disposition des techniciens et des praticiens pour atteindre ces objectifs. On ne peut en jouir séparément mais certains d'entre eux sont dominants. La fumure compte parmi ces moyens primordiaux.

A l'heure, où l'industrialisation de l'Indochine est à la veille d'être réalisée, il est nécessaire de faire le point des milliers et des milliers d'expériences effectuées tant par les producteurs que par les Services agronomiques. Il nous a semblé opportun d'en faire la synthèse afin d'apporter les éléments indispensables à la solution d'un problème qui, s'il intéresse au premier chef l'agriculture, doit retenir toute l'attention de l'industrie et du commerce.

Comment a évolué cette question depuis un siècle ?

Les paysans des diverses contrées de l'Union indochinoise — tout au moins ceux de race annamite — connaissent depuis fort longtemps l'emploi des amendements, des engrais minéraux et de la fumure organique. Profitant des ressources proches de leurs champs, ils savent utiliser :

Comme amendements : Les calcaires finement broyés, les résidus des fours à chaux, et, à l'exemple des Chinois, ils n'hésitent pas, dans les régions à forte main-d'œuvre, à corriger les terres légères par l'emploi d'argile et de curures de mares.

Comme engrais : Les cendres de bois, de bambous, les déchets ménagers riches en potasse, les tourteaux sous-produits d'huilerie, les résidus de fabrication de diverses sauces condimentées à base de poissons, de crevettes ; les déchets de viande, de cornes, d'onglons d'animaux domestiques ; les chrysalides de vers à soie et, surtout, les fumiers de bœufs, de buffles, de porcs, en général très mal préparés et caractérisés par la carence de litière. Enfin, en dignes émules des Chinois, tous les maraîchers emploient, de préférence à tout autre, l'engrais humain, solide et liquide, considéré comme denrée précieuse, dont la collecte, si elle ne satisfait pas en général aux règles de l'hygiène, s'effectue avec un soin méticuleux.

Telles étaient les principales matières fertilisantes employées en Indochine au siècle dernier conformément à des techniques mises au point par l'expérience agricole, millénaire en Extrême Orient. Par contre, la préparation de ces engrais et leur mode de conservation laissaient en général

à désirer. Une quantité très importante d'éléments fertilisants, surtout de matière azotée et de matière humique, était perdue à tout jamais.

En règle générale, les cultures étaient d'autant plus fumées qu'elles étaient considérées comme plus rémunératrices : plantes potagères, tabac, étaient le type de ce genre de production.

Dans l'assolement intensif suivi dans les riches régions des deltas, les cultures vivrières, légumineuses vivrières (soja, haricots divers), maïs, recevaient des engrais organiques lors de la préparation du sol et, en cours de croissance, suivant l'état de la végétation, les incidents climatiques et hydrauliques.

La rizière, sole la plus importante, et souvent même sole unique, ne recevait en général qu'une fumure minime ; on comptait le plus souvent sur les effets résiduels de la fumure appliquée aux cultures sèches, et on se contentait de fertiliser les pépinières situées près des maisons d'habitation ; encore cette fertilisation n'était-elle fournie qu'avec parcimonie sur une partie seulement de leur étendue.

L'empirisme, la tradition constituaient le seul guide du cultivateur d'Indochine.

La fréquente insuffisance des résultats obtenus ne pouvait manquer de sauter aux yeux des Français chargés de l'administration et de la valorisation du pays.

Les particuliers, les sociétés essayèrent d'introduire les méthodes de fumure ayant fait leur preuve en France.

Les Services de l'Agriculture créés avant 1900 abordèrent à leur tour et parallèlement ce problème ainsi que celui de l'amendement des terres. Et c'est la longue série des essais d'engrais entrepris sur les anciennes stations des services agricoles, stations parmi lesquelles nous citerons Phutty, Lapho, dans le Nord-Indochine, Binh Dinh en Annam, Ong Yen en Cochinchine.

Lorsqu'on prend connaissance des comptes rendus de ces très nombreux et très intéressants essais dans le *Bulletin Economique de l'Indochine* plusieurs impressions se dessinent :

a) En règle générale, les expérimentateurs transposaient purement et simplement sur le plan tropical des formules ayant fait leurs preuves en pays tempérés.

b) Quoique minutieusement suivis ces essais n'ont en général qu'une valeur limitée : nombre insuffisant de répétitions, grandeur exagérée des parcelles, valeur souvent médiocre du personnel surveillant ;

c) Les formules de fumures semblent trop souvent adoptées sans raisons nettement définies et sans qu'ait été préalablement dressé un protocole d'expérimentation.

Par contre, il est juste de signaler le très grand nombre de cultures soumises à de tels essais et le soin scrupuleux apporté par les expérimentateurs à en préciser les résultats économiques.

En règle générale ces travaux ont eu pour objet de déterminer quantitativement et qualitativement les fumures permettant d'obtenir immédiatement un surplus important et payant de récolte en un site déterminé. Il a presque toujours été implicitement considéré que la fumure traditionnelle permettait l'obtention d'un rendement suffisant, d'une part en supprimant les déficiences originelles du sol pour la culture envisagée et d'autre part en compensant les exportations des autres cultures précédentes en matières fertilisantes.

Presque tous les essais étaient conçus suivant un même schéma, plus ou moins complet :

- parcelles témoin non fumées,
- parcelles fumées au fumier de ferme,
- parcelles fumées aux engrais minéraux (soit purs, soit en mélange),
- parcelles fumées aux engrais mixtes (engrais azotés organiques, engrais minéraux phosphatés et potassiques).

Parfois l'influence de la sidération faisait l'objet d'essais spéciaux.

Les engrais azotés minéraux les plus divers étaient employés : sulfate d'ammoniaque, nitrates, rarement phosphates, parfois urée.

Parmi les engrais phosphatés on relève surtout les superphosphates simples ou doubles, et les scories de déphosphoration.

Parmi les engrais potassiques : chlorure et sulfate de potasse.

Cependant malgré les résultats extrêmement intéressants obtenus, résultats auxquels il est encore conseillé de se reporter dans bien des cas, l'emploi des engrais chimiques n'a guère fait de progrès durant toute cette période qui s'étend du début du siècle jusqu'au développement des grandes plantations d'hévéa, thé, café. Les cultures annuelles, objets de ces travaux, étaient souvent insuffisamment rémunératrices pour supporter qu'une part élevée du capital d'exploitation soit réservée à l'achat d'engrais minéraux importés. Mais surtout aucune organisation collective (coopérative, syndicat) ne permettait la mise à la disposition du cultivateur des faibles quantités qui lui étaient nécessaires individuellement. Par ailleurs, aucune firme commerciale ne possédait de département engrais techniquement installé. L'extraction locale des phosphates naturels débutait à peine, l'équipement des usines de broyage d'Haïphong ne datant que de 1921.

Après 1910 commença la période d'instauration en Indochine des grandes plantations; les surfaces cultivées en hévéa, thé, café, se sont accrues d'année en année :

31.000 ha en 1924

141.000 ha en 1931

Parallèlement de grands domaines rizicoles se constituaient, surtout en Cochinchine, et atteignaient :

199.000 ha en 1924

298.900 ha en 1931

Aux premières illusions d'un public enthousiaste confiant *a priori* en la valeur inépuisable de terres nouvellement ouvertes à la culture, l'expérience, appuyée d'échecs cuisants, montrait que nombre de ces terres jouissaient souvent de propriétés physico-chimiques remarquables, mais étaient d'une richesse très relative.

Il s'avérait donc indispensable de s'orienter vers une politique de la fumure : l'hévéa, plante peu exigeante, pouvait végéter honorablement en terre rouge non fumée, mais en terre grise, les rendements, et plus encore peut-être la vigueur des plantations, se montraient en rapport direct avec la fumure.

En ce qui concerne le thé et surtout le café, on peut attribuer la plupart des échecs au manque absolu de fumure au départ et en cours de végétation. Non seulement, la plupart des planteurs ne pouvaient imaginer qu'il faut en même temps préparer la plantation et mettre sur pied un troupeau générateur de fumier, mais encore apporter des fumures appropriées pour soutenir la végétation et compenser les éléments exportés par les récoltes.

Durant les vingt dernières années, planteurs et services techniques se sont, en particulier, attachés à étudier ces problèmes. Cette période a pu être marquée par trois faits importants :

1^o *L'Etude agrologique systématique des Terres rouges et des Terres noires d'origine basaltique* susceptibles d'être livrées à la grande colonisation. Oeuvre de l'Inspecteur général YVES HENRY. Les conclusions de cette étude demeurent toujours valables dans ses grandes lignes, les méthodes d'investigation utilisées étant conformes aux données actuelles de la science agronomique des sols.

Cette étude magistrale, complétée depuis lors par des études de détails sur des sols d'autre nature, des terres hautes du Tonkin, des terres grises de Cochinchine, a servi de base à l'expérimentation dans les diverses stations créées durant la même période et dans les zones caractéristiques : nous n'en citerons que les plus importantes : Col de Blao, Giaray, Pleiku, Paksong, Phu-Ho et plus récemment Thu-Pha dans la vallée de la Rivière Noire.

Toutes ces stations sont représentatives de grandes zones de colonisation à vocation agricole : Terres rouges du bas Donnaï, du haut Donnaï, des Hauts Plateaux d'Annam, des Boloven, des terres hautes de la moyenne région du Tonkin.

Partout des essais de fumure étaient entrepris portant sur les cultures arbustives convenant à ces zones, essais effectués en même temps que les travaux expérimentaux d'ordre cultural, génétique, etc...

Parallèlement les planteurs poursuivaient, en liaison avec les marchands d'engrais, des essais, malheureusement trop souvent insuffisamment contrôlés et conduits sans idée maîtresse.

2° *L'Etude agrologique systématique des Terres de rizière*, œuvre considérable conçue par l'Inspecteur général YVES HENRY et menée à bien sous l'impulsion du premier directeur de l'Office Indochinois du Riz, DEVISMES. La carte agrologique au 1/400.000 des régions rizicoles de Cochinchine, du Cambodge et d'Annam, a pu être dressée ; une carte à plus petite échelle a été établie pour le Tonkin.

Parallèlement, des essais d'engrais très nombreux furent entrepris : essais complets en champs d'essais représentatifs des divers types de rizières, essais semi-industriels chez les particuliers. Des milliers de résultats ont été obtenus, comparés, discutés. Immédiatement utilisables, ils ont permis de préciser les conditions économiques de la fumure d'entretien des rizières, et permettront l'obtention de rendements normaux sur des terres déjà épuisées.

L'application de formules simples a permis également la généralisation de la double campagne rizicole en Cochinchine.

3° L'intérêt porté aux engrais a provoqué le développement de *l'industrie extractive des phosphates locaux* : phosphates du Tonkin et du Nord-Annam dont les gisements sont exploités depuis plus d'une vingtaine d'années ; phosphates du Cambodge reconnus mais à peine exploités.

En outre des gisements de guanos et de phosphoguanos ont été reconnus en divers sites et plus spécialement prospectés aux Iles Paracelles. L'exploitation sporadique en fut d'ailleurs effectuée par les Chinois et surtout par les Japonnais.

La mise à la portée de l'agriculteur indochinois d'engrais phosphatés, bon marché, en général efficaces dans les terres de rizières à tendance acide, a fait beaucoup pour vulgariser la pratique de la fumure. Cette vulgarisation, il est juste de le reconnaître, a été l'œuvre commune des firmes spécialisées parmi lesquelles il faut citer la Société Nouvelle des Phosphates du Tonkin, la Société des Potasses d'Alsace, puis tardivement la Société Alcan, travaillant en liaison constante avec les Services techniques de l'Agriculture : Office du riz, Institut des Recherches agronomiques et forestières, services locaux.

Cette diffusion, non seulement des phosphates, mais aussi des engrais azotés et potassiques, en culture annuelle, permit l'accroissement de la production sucrière, la généralisation de la double campagne en riziculture cochinchinoise, en culture arbustive : l'extension de la culture du café, des agrumes, et en hévéaculture : l'emploi généralisé de clones hautement productifs.

Malheureusement, alors que la question de la fumure venait au premier rang des préoccupations du milieu rural et des planteurs, divers faits tendirent à inhiber cet essor :

a) La crise de 1931, marquée par une dévalorisation sans précédent des produits de la terre, eut pour conséquence un fléchissement brusque des importations d'engrais azotés et potassiques trop chers pour que leur application en soit alors payante.

Elle provoqua aussi un ralentissement puis un arrêt de l'exploitation des phosphates du Tonkin et l'abandon du périmètre de Tuk Méas au Cambodge.

b) Le conflit mondial, et plus particulièrement la guerre du Pacifique, arrêtaient totalement les importations d'engrais chimiques, au moment même où des cultures d'intérêt vital étaient implantées dans tout le pays ; l'extraction des phosphates avait bien repris mais leur mise à la disposition des cultivateurs devenait de plus en plus difficile, par suite de la raréfaction des

moyens de transport. Les engrais chimiques azotés et potassiques manquèrent totalement ; l'industrie locale essaya bien de préparer des engrais azotés d'origine organique ; sang desséché, corne torréfiée, etc ;... mais les difficultés de préparation, le coût élevé des matières premières et les frais de transport en réduisirent les possibilités de placement.

LES RÉSULTATS ACQUIS

Particuliers, sociétés et services techniques officiels ont conduit durant près d'un demi-siècle des expériences de fumure.

Ce sont les résultats de cette expérimentation que nous allons exposer très sommairement en les classant par culture, passant en revue d'abord les cultures annuelles puis les cultures pérennes. Il a été tenu compte de tous les travaux entrepris depuis 1900, sauf en ce qui concerne la riziculture, les essais d'engrais pratiqués par l'Office du riz étant suffisamment nombreux et complets.

Les formules proposées ne constituent que des formules moyennes qu'il peut être nécessaire d'adapter aux conditions écologiques locales.

RIZ:

Tonkin et Nord-Annam (1)

On peut distinguer les terres légères de la zone Nord, les terres plus lourdes de la zone de limon, les terres d'alluvions des grands fleuves et enfin les terres situées près des cordons littoraux.

1^o Terres légères de rizières

C'est dans ces terres que les engrais chimiques semblent donner les meilleurs résultats :

Formules d'engrais recommandables par ha		Accroissement de rendement en kg. de Paddy par unité d'élément fertilisant (Elément de base : N)
En kg. d'éléments utiles	En kg. d'engrais	
a) <i>Terres déficientes en 1 seul élément</i> (en général terres très légères mais non battantes).		
Déficience en N 30 kg. N	150 kg. sulfate d'ammoniaque	1 kg. N. → 10 kg. Paddy
— en P 30 kg. P ₂ O ₅	200 kg. phosphate du Tonkin, 16-18 % ou	1 kg. P ₅ O ₅ → 6,6 kg. Paddy
— en K 30 kg. K ₂ O	125 kg. phosphate de Gafsa à 26 % 60 kg. chlorure de potasse ou en terres plus profondes (plus battantes)	1 kg. K ₂ O → 3,3 kg. Paddy
15 kg. K ₂ O	30 kg. chlorure de potasse	1 kg. K ₂ O → 15 kg. Paddy
(les doses les plus faibles donnent les accroissements les plus élevés, par unité d'élément).		
b) <i>Terres battantes suffisamment riches en acide phosphorique</i>		
30 kg. N + 15 kg. K ₂ O	150 kg. sulfate d'ammoniaque 30 kg. chlorure de potasse	1 kg. N 0 kg. 5 K ₂ O } 11 kg. Paddy
c) <i>Terres légères déficientes en tous éléments</i>		
30 kg. N + 30 kg. K ₂ O + 30 kg. P ₂ O ₅	150 kg. sulfate d'ammoniaque 60 kg. chlorure de potasse 200 kg. phosphate du Tonkin ou 125 kg. phosphate de Gafsa	1 kg. N 1 kg. K ₂ O 1 kg. P ₂ O ₅ } 13 kg. Paddy ou 20,3 kg. en terre très légère

(1) Travaux de l'O.I.R. et en particulier rapport n° 121 du 10/1/45 sur les résultats d'ensemble des essais d'engrais chimiques effectués sur le riz au Tonkin, par Y. COYAUD.

Dans tous les cas les terres très légères profitent d'un apport de matière humique ; le sulfate d'ammoniaque sera avantageusement remplacé par du fumier de ferme et surtout par des engrais verts.

2° Terres lourdes

Suivant leur richesse relative en principes nutritifs on pourra employer des formules primaires, binaires ou ternaires, mais toutes à base d'engrais azoté :

Formules d'engrais recommandables par ha		Accroissement de rendement en kg. de Paddy par unité d'élément fertilisant (Elément de base : N)
En kg. d'éléments utiles	En kg. d'engrais	
a) <i>Terres très pauvres</i>		
30 kg. N	150 kg. sulfate d'ammoniaque	1 kg. N → 9,7 kg. Paddy
ou 30 kg. N	150 kg. sulfate d'ammoniaque	1 kg. N
+ 15 kg. P ₂ O ₅	100 kg. phosphate du Tonkin	0,5 kg. P ₂ O ₅ } → 13,3 kg.
b) <i>Terres relativement riches en azote ou préalablement fumées avec engrais verts</i>		
10 à 30 kg. N	50 à 150 kg. sulfate d'ammoniaque	0,5 kg. N
+ 30 kg. P ₂ O ₅	200 kg. phosphate du Tonkin	1 kg. P ₂ O ₅ } → 17,3 kg. Paddy
+ 30 kg. K ₂ O	60 kg. chlorure de potasse	1 kg. K ₂ O

3° Terres d'alluvions et terres proches des cordons littoraux

Ces rizières répondent moins bien à l'action des engrais ; l'action de l'azote reste prédominante dans les premières, celle de l'acide phosphorique dans les autres.

Formules d'engrais recommandables par ha		Accroissement de rendement en kg. de Paddy par unité d'élément fertilisant (Elément de base : N)
En kg. d'éléments utiles	En kg. d'engrais	
a) <i>Terres d'alluvions</i> (généralement suffisamment pourvues en P ₂ O ₅ et K ₂ O)		
30 kg. N	150 kg. sulfate d'ammoniaque	1 kg. N → 6,3 à 8,7 Paddy
b) <i>Terres proches des cordons littoraux</i>		
30 kg. N + 30 kg. P ₂ O ₅ (du phosphate mono ou bical- cique) + éventuellement 30 kg. de K ₂ O	150 kg. sulfate d'ammoniaque + 80 kg. superphosphate double à 40 % ou bicalcique à 38 % éventuellement 60 kg. chlorure de potasse	1 kg. N 1 kg. P ₂ O ₅ } → 17,3 kg. Paddy 1 kg. N 1 kg. P ₂ O ₅ 1 kg. K ₂ O } → 19,7 kg. Paddy

En résumé, on peut dire que dans le Nord-Indochinois la rizière est surtout justiciable d'une fumure azotée, la dose la plus convenable étant voisine de 30 kg. d'azote.

De larges zones de rizières tonkinoises sont à réaction faiblement acide ou neutre ; elles seront justiciables du sulfate d'ammoniaque ; par contre, dans les terres acides ou très acides on emploiera de préférence la cyanamide calcique peu acidifiante. On aura d'ailleurs avantage, dans

les rizières très légèrement acides, à alterner deux à trois années de sulfate d'ammoniaque et une année de cyanamide.

En principe, le sulfate d'ammoniaque sera épandu, soit en trois fois :

- 1/3 avant repiquage,
- 1/3 en couverture au tallage,
- 1/3 15 jours avant floraison

soit en deux fois :

- 1/2 avant repiquage
- 1/2 15 jours avant floraison.

La cyanamide sera employée avant repiquage, le complément de fumure azotée avant floraison étant donné sous forme de sulfate d'ammoniaque.

Cochinchine (1)

On distingue les terres légères de rizières des vieilles provinces du Nord et de l'Est, les terres lourdes limono-argileuses de tout l'Ouest cochinchinois, enfin les terres humifères de la zone à double repiquage en particulier. Nous classerons à part les terres toxiques, notamment alunées, lesquelles sont justiciables d'un traitement particulier.

1° Terres légères

Elles sont en général déficientes en acide phosphorique et en azote, parfois pauvres en tous éléments.

Formules d'engrais recommandables par ha. (effet optimum)		Accroissement de rendement en kg. de Paddy par unité d'élément fertilisant (Elément de base : P ₂ O ₅)
En kg d'éléments utiles	En kg. d'engrais	
a) <i>Sols suffisamment pourvus en potasse :</i>		
+ 12 kg. N + 24 kg. à 28 kg. P ₂ O ₅	60 kg. sulfate d'ammoniaque 150 à 175 kg. de phosphate du Tonkin	$\left. \begin{array}{l} 0,5 \text{ kg. N} \\ 1 \text{ kg. P}_2\text{O}_5 \end{array} \right\} \rightarrow 24,8 \text{ kg. Paddy}$
b) <i>Sols pauvres :</i>		
+ 16 kg. N + 30 kg. P ₂ O ₅ + 15 kg. K ₂ O	80 kg. sulfate d'ammoniaque 200 kg. phosphate du Tonkin 30 kg. chlorure de potasse	$\left. \begin{array}{l} 0,5 \text{ kg. N} \\ 1 \text{ kg. P}_2\text{O}_5 \\ 0,5 \text{ kg. K}_2\text{O} \end{array} \right\} \rightarrow 9,2 \text{ kg. Paddy}$

Dans les sols pauvres en azote, on aura toujours avantage à remplacer l'engrais chimique azoté par un engrais vert à la dose de 4 à 5 tonnes à l'ha, ou mieux, dans ces terres généralement insuffisamment pourvues en fumure, par un fumier de ferme bien conditionné.

(1) Travaux de l'O.I.R. : essais sur stations et essais semi-industriels en Cochinchine (feuilles mensuelles de l'O.I.R., 1933 à 1943).

2° Terres lourdes

Ces terres sont, avant tout, justiciables d'engrais phosphatés complétés ou non, suivant les cas, par l'apport d'éléments azotés ou potassiques.

Formules d'engrais recommandables par ha. (effet optimum)		Accroissement de rendement en kg. de Paddy par unité d'élément fertilisant (Elément de base : P ₂ O ₅)
En kg. d'éléments utiles	En kg. d'engrais	
a) Terres riches en azote :		
25 kg. P ₂ O ₅	150 à 175 kg. phosphate du Tonkin ou 100 kg. phosphate de Gafsa ou 60 à 70 kg. phosphate bicalcique	1 kg. P ₂ O ₅ tricalcique → 22 kg. Paddy 1 kg. P ₂ O ₅ bicalcique → 30 kg. Paddy
b) Terres pauvres en azote :		
25 kg. P ₂ O ₅ + 15 kg. N	100 kg. phosphate de Gafsa 75 kg. sulfate d'ammoniaque	1 kg. P ₂ O ₅ } 0,6 kg. N } → 17 kg. Paddy
c) Terres pauvres en K ₂ O :		
23 kg. P ₂ O ₅ + 10 kg. K ₂ O	150 à 175 kg. phosphate du Tonkin 20 kg. chlorure de potasse	1 kg. P ₂ O ₅ } 0,4 kg. K ₂ O } → 11 kg. Paddy

Dans les terres lourdes à réaction légèrement acide ou neutre, il est possible de substituer à l'engrais chimique un engrais vert à la dose minimum d'environ 4 tonnes à l'ha. Le fumier de ferme ne donne, par contre, que des résultats incertains et ne peut être conseillé.

3° Terres humifères

Ces terres sont justiciables d'une forte fumure phosphatée à laquelle on pourra ajouter de la potasse dans le cas de terres humifères légères ou de déficience marquée en potasse.

Formules d'engrais recommandables par ha. (effet optimum)		Accroissement de rendement en kg. de Paddy par unité d'élément fertilisant (Elément de base : P_2O_5)
En kg. d'éléments utiles	En kg. d'engrais	
30 à 40 kg. P_2O_5 + 15 kg. K_2O (éventuellement)	200 à 250 kg. phosphate du Tonkin ou 150 à 180 kg. phosphate de Gafsa + 30 kg. chlorure de potasse (éventuellement)	1 kg. P_2O_5 → 15,7 kg. Paddy + 0,38 kg. K_2O → 7,5 kg. Paddy

En résumé, on peut estimer que tous les sols des rizières cochinchinoises profitent d'une fumure phosphatée, laquelle fournit des excédents importants de récolte, tant par l'action directe que par l'action résiduaire durant les deux campagnes suivantes.

L'azote est un complément nécessaire dans le cas des terres légères et lors de déficience accusée en cet élément. La potasse doit être apportée lorsqu'il y a déficience en cet élément.

Il faut noter, en outre, l'importance des phosphates naturels, à la dose d'environ 300 à 400 kg. de phosphate du Tonkin à l'ha, en tant qu'amendement des rizières alunées en cours d'aménagement (1).

(1) *Etudes sur les Terres et les Eaux alunées*, par R. F. AURIOL et LAM-VAN-VANG. Feuille mensuelle de l'Office du Riz, 1934.

Sous quelle forme les engrais doivent-ils être apportés à la rizière cochinchinoise ?

Les phosphates. — Sous forme de phosphates naturels (Tonkin ou Gafsa) bien avant repiquage, lors des façons préparatoires. Il serait souvent utile d'apporter les 2/3 de P_2O_5 sous forme de phosphates naturels et 1/3 sous forme de phosphates facilement assimilables (bicalcique en particulier) lors du tallage.

Les engrais azotés. — La grosse majorité des rizières est acide. Quoique le sulfate d'ammoniaque soit l'engrais azoté de choix en rizières, le riz absorbant l'azote sous forme ammoniacale, il est plus intéressant d'utiliser la cyanamide calcique non acidifiante. Cette cyanamide a, de plus, un pouvoir crabicide non négligeable. Malheureusement, elle doit être l'objet de précautions à l'épandage et ne peut être pratiquement conseillée qu'avant repiquage. Avant floraison il vaut mieux utiliser le sulfate d'ammoniaque. Les nitrates, par trop solubles, ne peuvent être conseillés, l'urée de fabrication aisée, peu hygroscopique présente malheureusement l'inconvénient de mal s'ammoniser en terres hautes.

Les engrais potassiques. — Le chlorure de potasse reste *l'engrais de choix*.

Outre la fumure des rizières proprement dites, la fumure des pépinières a été mise au point. Bien qu'elle soit généralement réalisée avec des engrais provenant de l'exploitation (fumier, tourteaux, cendres) on peut avoir intérêt à utiliser des engrais chimiques à action rapide :

- Sulfate d'ammoniaque à la dose de 50 kg. par ha de pépinière,
- Phosphate bicalcique à la dose de 50 kg. par ha de pépinière ou mieux,
- Phosphate d'ammoniaque à la dose de 50 kg. par ha de pépinière.

Ces engrais peuvent être épandus en plusieurs fois : leur action extrêmement rapide permet de les apporter à la pépinière non seulement avant semis, mais également en temps voulu, lorsque des conditions climatiques défavorables s'opposent à un développement normal de la végétation.

CANNE A SUCRE :

Annam (1)

Des essais très complets ont été poursuivis en Annam, dans la région sucrière du Sud ; ils sont confirmés en grande culture. Deux formules sont recommandables :

L'une passe-partout :

Sulfate d'ammoniaque	300 kg.	} par ha et par an
Sulfate de potasse	100 kg.	
Phosphate bicalcique	100 kg.	

1 kg. de N. + 0,8 kg. de K_2O + 0.66 kg de P_2O_5 donnent un accroissement de sucre de 27,5 kg.

L'autre à grand rendement :

Sulfate d'ammoniaque	300 kg.	} par ha et par an
Sulfate de potasse	200 kg.	
Phosphate bicalcique	200 kg.	

(1) Rapports annuels du Service agricole de l'Annam, 1935 à 1939.

En l'employant, 1 kg. de N + 1,66 kg de K_2O + 1,33 kg de P_2O_5 donnent un accroissement de rendement en sucre de 35,5 kg.

Phosphate, sulfate de potasse et la moitié du sulfate d'ammoniaque seront incorporés 15 jours avant la plantation. L'autre moitié du sulfate d'ammoniaque est incorporée 1 mois après la plantation. Les champs doivent recevoir une fumure de fonds, fumier de ferme, conformément aux habitudes traditionnelles.

Cochinchine (1)

Une formule analogue à la première est recommandable, mais dans ces terres alluvionnaires, il est préférable d'employer un phosphate naturel à action certes moins rapide, mais plus soutenue que le bicalcique.

Sulfate d'ammoniaque	250 kg.	} à l'ha
Sulfate de potasse	100 kg.	
Phosphate naturel Gafsa ou	300 kg.	
Phosphate du Tonkin	400 à 500 kg.	

Cette formule convient surtout en canneraies établies sur les berges du Vaï-Co, à sols souvent toxiques avant aménagement. Dans les terres hautes de Tayninh on peut se rapprocher de la formule adoptée dans le Sud Annam.

MAÏS (2) :

En Annam et au Tonkin les essais ont montré qu'une fumure azotée donne seule des résultats intéressants, la culture du maïs étant en général effectuée sur terres limoneuses neutres ou à peine acides. C'est le sulfate d'ammoniaque qui devra être employé à la dose de 200 kg. ha (40 kg. de N), le kg. d'azote apportant un accroissement de rendement moyen de 17,8 kg. de grains.

Il est à noter que l'azote est traditionnellement apporté au maïs, mais sous forme organique : tourteaux, engrais de poissons, etc... forme évidemment excellente, malheureusement souvent très onéreuse.

Au Cambodge et en Cochinchine, les berges du Mékong, vraies terres à maïs, limonnées annuellement, n'ont pas besoin d'être fumées.

MANIOC (3) :

Des essais systématiques n'ont été effectués qu'au Tonkin en terres légères ; on peut sans doute en étendre les conclusions à l'Annam où le manioc est cultivé sur des terres similaires.

Ce sont les éléments azotés et potassiques qui manquent le plus et les meilleurs résultats sont obtenus avec une formule complète comportant à l'ha :

{	200 kg. de sulfate d'ammoniaque
	200 kg. de superphosphate
	150 kg. de sulfate de potasse

(1) D'après le Service agricole local et la Société des Sucreries et Raffineries d'Indochine.

(2) B.E., 1905, p. 759, 1920, p. 554, 1921, p. 629. Rapports annuels du Service Agricole du Tonkin (1935 à 1943). Rapports annuels du Service agricole du Cambodge 1935.

(3) B.E. 1942, p. 699.

formule donnant des accroissements de rendement de plus de 50 % et par laquelle, 1 kg. N. plus 1 kg. P_2O_5 plus 1,7 kg. K_2O permet un accroissement de rendement de 93 kg. de manioc.

TABAC (1) :

Pour le Tabac la fumure doit avoir une action quantitative, mais également une action qualitative. D'assez nombreux essais ont été effectués, tant au Tonkin sur terres d'alluvion, que dans le Sud et l'Extrême Sud Annam, zone de culture traditionnelle du tabac, et qu'au Cambodge.

Il semble nécessaire d'apporter une bonne fumure organique de fonds (fumier de ferme, composts, tourteaux d'Arachide) complétée par une fumure minérale azoto-potassique modérée :

{ 100 kg. de sulfate d'ammoniaque ou 75 kg. de nitrate d'ammoniaque
 { 100 kg. de sulfate de potasse

formule donnant des accroissements de rendement (en feuilles sèches) de plus de 125 % d'un témoin non fumé.

1 kg. N. plus 2,5 kg. K_2O permettent un accroissement de rendement de 50 kg. de feuilles sèches.

La fumure de fonds doit être enfouie lors du premier labour, la fumure minérale sera apportée après repiquage des jeunes plants, lors du premier buttage.

A noter qu'il faut absolument prohiber l'emploi des chlorure et carbonate de potasse, la potasse devant obligatoirement être apportée sous forme de sulfate ou de nitrate. Par ailleurs, partout où la dénitrification n'est pas trop intense, l'azote pourra être apportée sous forme nitrique ; la cyanamide doit être prohibée.

CULTURES MARAICHÈRES :

Les cultures de légumes, qu'ils soient destinés à la consommation familiale, ou produits en vue de leur vente sur les marchés urbains, reçoivent des doses très importantes d'engrais organiques surtout :

engrais humains,
 tourteaux macérés,
 engrais de poissons et de crevettes.

Il est incontestable, qu'en plus des éléments fertilisants — l'azote en particulier — qu'ils apportent, ces engrais contiennent des substances de croissance dont l'action favorise particulièrement le développement des légumes, plantes à végétation généralement très rapide (3 mois). L'engrais humain renferme en effet du tryptophane et de la tryptamine, substances génératrices des auxines, facteurs de croissance par excellence.

La préparation des tourteaux par macération conduit à une fermentation des albuminoïdes, qui se traduit dans le sol par l'ammonification des amino-acides et la libération de soufre organique. Ce soufre joue un rôle important du point de vue de la croissance des végétaux.

Il ne peut être question de vouloir remplacer ces engrais organiques par des engrais minéraux ; toutefois, dans le cas où l'on dispose de quantités insuffisantes de ces engrais organiques, on peut suppléer par des formules minérales complètes telles que :

(1) B.E. 1905, p. 1044, 1906 p. 1109, 1907 p. 1007, 1920, p. 709.

Rapports annuels du Service Agricole d'Annam (1937 à 1939).

Rapports annuels du Service Agricole du Tonkin (1937).

Rapports annuels du Service Agricole du Cambodge (1934-1935).

{	Phosphate bicalcique	40 kg. par are
{	Sulfate d'ammoniaque (ou nitrate de chaux)	30 kg. —
{	Sulfate de potasse	30 kg. —

La cyanamide est à prohiber ainsi que le chlorure de potasse.

HÉVÉA (1) :

En Indochine, la fumure de l'hévéa n'a jamais fait l'objet d'essais systématiques et surtout suivis. Toujours effectués en grandes parcelles, voir même sur blocs entiers, ils n'ont jamais donné de résultats significatifs.

En plantation établie en *terres grises*, l'hévéaculteur admet toutefois la nécessité de la fumure qui doit répondre à une formule voisine de :

30 kg. de N	}	à l'ha
55 à 60 kg. de P_2O_5		
30 kg. de K_2O		

soit :

{	150 kg. de sulfate d'ammoniaque (ou 70 kg. d'urée)
{	160 kg. de phosphate bicalcique
{	60 kg. de chlorure de potasse

En *terres rouges* l'emploi des engrais est beaucoup plus discuté ; en fait aucun essai n'a jusqu'à présent permis de conclure en leur faveur. Il faudra attendre, pour se prononcer définitivement, les résultats des essais entrepris par l'I. R. C. I. depuis quelques années.

Il semble bien que deux cas soient à considérer :

a) *Terres rouges* de la région de Honquan-Locninh : ces Terres Rouges à forte acidité d'échange sont pauvres et toxiques ; elles ne doivent leur valeur qu'à leurs qualités physiques et encore ne conviennent-elles presque uniquement qu'à la culture de l'hévéa.

L'utilisation de clones hauts-producteurs devra aller de pair avec l'emploi de fumures à forte teneur en P_2O_5 , afin de bloquer l'alumine libre de ces sols. On peut préconiser la formule suivante :

30 kg. de N	}	par ha
75 kg. de P_2O_5		
75 kg. de K_2O		

soit :

{	150 kg. de sulfate d'ammoniaque
{	200 kg. de phosphate bicalcique
{	150 kg. de chlorure de potasse (2)

Sulfate d'ammoniaque et bicalcique pourraient être remplacés avantageusement par du phosphated'ammoniaque à la dose de 150 kg. à l'ha. Dans ces terres rouges évoluées, il est d'ailleurs souhaitable d'apporter des phosphates à haute dose lors de la plantation :

On peut préconiser des doses annuelles de 400 Kg. de phosphates naturels à l'ha pendant trois années consécutives.

b) *Terres rouges* très riches et à très faible acidité d'échange du Cambodge et plus spéciale-

(1) Note circulaire et document de l'Institut de Recherches sur le Caoutchouc en Indochine.

(2) Les doses élevées de potasse ne seront nécessaires qu'après un phosphatage intensif de ces sols, d'où en l'absence de P_2O_5 en réserve l'opinion constamment admise de la non efficacité de l'élément K_2O .

ment de la partie Ouest de Kompong Cham. Leurs réserves en principes fertilisants paraissent considérables.

Il est encore impossible de préciser la quantité d'éléments fertilisants, qu'il serait nécessaire d'apporter dans cette zone à l'hévéa, pour soutenir et même accroître la production, surtout dans le cas de clones hauts producteurs.

CAFÉIER (1) :

Les planteurs de caféiers d'Indochine ont par trop négligé le rôle de la fumure dans la production du café.

Dans les terres généralement pauvres en humus des zones caféicoles, du Tonkin et de la région de Djiring en particulier, l'emploi de doses élevées de fumier de ferme est nécessaire : 10 kg par an et par pied, soit environ 60 tonnes à l'ha. D'où la constitution de troupeaux proportionnés aux surfaces complantées en caféiers, troupeaux exigeant pour leur alimentation les surfaces voulues d'herbages et de cultures fourragères.

Outre ce fumier de ferme ou son équivalent sous forme de fumier artificiel ou semi-artificiel, l'emploi des engrais minéraux est normalement indispensable pour compenser l'exportation des principes fertilisants lors de la récolte des cerises.

Au Tonkin, la formule admise comporte à l'ha :

20 kg. de N
45 à 50 kg. P_2O_5
30 kg. K_2O

soit :

	Par plant	A l'ha
{ Sulfate d'ammoniaque (ou cyanamide).....	0,150 kg.	100 kg.
{ Phosphate bicalcique	0,200 kg.	125 kg.
{ Sulfate de potasse	0,100 kg.	60 kg.

Dans les zones de Phu-Quy et du Darlac, dont les teneurs en éléments minéraux sont élevés, on peut, en général, réduire les doses annuelles en P_2O_5 et K_2O , l'azote devant être apporté en même quantité.

Par contre, dans les terres pauvres et à forte acidité d'échange du Haut-Donnaï et de la région de Xuan-Loc, on fera des apports importants d'éléments minéraux, soit à l'ha et par an :

30 kg. de N
100 kg. de P_2O_5
150 kg. de K_2O

soit

150 kg. de sulfate d'ammoniaque ou de cyanamide calcique que l'on remplacera avantageusement par du fumier de ferme (10 kg. par pied) ou des tourteaux.
300 kg. de phosphate bicalcique (38 % de P_2O_5) ou 400 à 500 kg. de phosphates naturels.
300 kg. de sulfate de potasse.

Il est, en outre, indiqué dans les terrains à forte acidité d'échange, par conséquent plus ou moins toxiques, d'apporter, lors de la plantation, des phosphates naturels comme « amendement ».

(1) Rapports annuels du S. A. du Tonkin. Rapports de la Station Agronomique de Blao.

THÉIER (1) :

Les plantations de théiers sont bien moins exigeantes que celles de caféiers quant à la fumure. Les travaux exécutés à la station agronomique de Phu-Ho ont permis la mise au point définitive d'une formule d'entretien comportant par ha :

40 kg. de N soit 200 kg. de sulfate d'ammoniaque ;
36 kg. P_2O_5 soit 100 kg. de phosphate bicalcique ;
75 kg. K_2O soit 150 kg. de sulfate de potasse.

Le sulfate d'ammoniaque peut être avantageusement remplacé par des engrais organiques ou mieux des engrais verts tels le *Tephrosia candida*.

Dans les terres pauvres du Haut-Donnaï des essais poursuivis pendant 6 ans ont permis d'adopter une formule binaire ne comportant que :

40 kg. de N soit 200 kg. de sulfate d'ammoniaque ;
75 kg. de K_2O soit 150 kg. de sulfate de potasse.

N peut être également apporté sous forme organique (engrais vert, ou fumier artificiel).

L'élément phosphaté n'a, par contre, pas donné les résultats que l'on pouvait escompter.

La correction de l'acidité d'échange par apport initial de phosphates naturels est moins impérative pour le théier, moins sensible aux éléments toxiques, à Al en particulier que pour le caféier.

Sur les Hauts Plateaux de Pleiku-Kontum, des essais systématiques ont permis de proposer une formule d'entretien minimum comportant à l'ha :

36 kg. de N (soit sous forme ammoniacale, soit sous forme mixte 1/2 ammoniacale 1/2 nitrique) ;
36 kg. de P_2O_5 ;
18 kg. de K_2O .

La fumure complète employée comporte à l'ha :

200 kg. de phosnitre (9 % de N ammoniacal, 9 % de N nitrique, 18 % de P_2O_5) ;
35 kg. de chlorure de potasse ;

soit par pied :

55 gr. de phosnitre et 10 gr. de chlorure de potasse.

Il ne semble pas indispensable d'apporter N sous la double forme ammoniacale et nitrique, la forme ammoniacale seule est largement suffisante. Il suffit d'utiliser à l'ha :

150 kg. de sulfate d'ammoniaque ;
100 kg. de phosphate bicalcique.

Les accroissements de récolte obtenus par l'emploi de cette fumure sont, par rapport à un témoin non fumé :

de 6,6 kg. de feuilles fraîches ;
ou 1,1 kg. de feuilles sèches ;
pour 1 kg. de N + 1 kg. de P_2O_5 + 0,5 kg. de K_2O (moyenne de trois campagnes successives).

CULTURES FRUITIÈRES :

Aucun essai systématique de fumure n'a été entrepris. D'ailleurs, la majorité des arbres fruitiers sont plantés isolément ; rares sont les plantations fruitières proprement dites, d'agrumes, manguiers, bananiers.

(1) Rapports annuels du S. A. du Tonkin, de la station agronomique de Blao BE, 1940, p. 46.

Les fumures organiques de base doivent être complétées par un apport d'engrais chimique ; les formules applicables varient selon les terrains : fumures utilisées pour le caféier avec des doses de potasse assez importantes.

COCOTIER (1) :

Des essais particulièrement concluants ont porté sur la fumure du cocotier en Annam.

Ils ont permis de préciser qu'un apport annuel pour 100 *pieds* de 150 kg. d'un mélange comportant :

60 kg. de phosphate bicalcique,
90 kg. de sulfate de potasse,

permet un accroissement annuel de récolte de plus de 1.000 noix, soit un accroissement de production de :

135 à 155 kg. de fibres,
170 kg. de coprah marchand,

équivalent à environ 100 kg. d'huile (accroissement de 1 kg. d'huile par pied). 1 kg. de P_2O_5 + 2 kg. de K_2O permettent donc un accroissement de 7,4 kg. de coprah marchand ou de 4,3 kg. d'huile de coco.

L'épandage de cette fumure doit être effectué en une rigole circulaire de 0,20 m. de profondeur et 0,30 m. de largeur à 1,50 m. du tronc.

En Cochinchine, il n'a pas été effectué d'essais comparables dans la zone des cocoteraies de Mytho-Bentre ; on peut penser qu'une formule voisine de celle adoptée en Annam conviendrait.

* * *

LA CONNAISSANCE ACTUELLE DES SOLS INDOCHINOIS, PERMET-ELLE DE FIXER POUR UNE CULTURE DÉTERMINÉE LA FUMURE TECHNIQUEMENT ET ÉCONOMIQUEMENT APPROPRIÉE ?

En Indochine, le cultivateur voulant accroître le rendement de sa terre par l'emploi d'une fumure judicieuse, peut-il trouver des indications suffisantes lui permettant de déterminer cette fumure ? Pourra-t-il se faire une idée pour une culture donnée de la suffisance ou de la déficience de son sol en ses divers éléments ? Plus généralement est-il possible, en Indochine, de préciser les conditions physiques, physico-chimiques et chimiques d'un sol requises pour telle ou telle culture ? Ainsi se trouve posé le problème de l'interprétation pratique des analyses de sol, compte tenu des autres facteurs écologiques.

SOLS D'ALLUVION ET DE DÉPOT :

De mise en culture relativement aisée ces sols supportent une part considérable de la production végétale indochinoise : riz, maïs, cultures vivrières. Les conditions agrologiques de la riziculture ont fait l'objet d'études importantes, tant sur le terrain qu'au laboratoire.

Quoique très incomplètes encore, les données de l'analyse permettent déjà d'orienter le riziculteur. La confrontation des résultats des milliers d'analyses et des rendements correspondants obtenus sur les terres analysées a permis de dresser des échelles de fertilité, d'ailleurs différentes selon les zones considérées.

(1) Rapports annuels du S. A. de l'Annam, 1937 à 1940.

EXIGENCES AGROLOGIQUES DU RIZ

Delta cochinchinois et terres d'alluvion du Bas-Mékong (Cochinchine, Cambodge).

Cette zone rizicole, la plus importante d'Indochine, s'étend de Pnom Penh à l'Ouest jusqu'au Donnaï au Nord et Hatien au Sud et est limitée à l'est et au sud-est par les côtes de la presqu'île cochinchinoise.

Caractéristiques physiques. — Les sols les plus convenables à la riziculture sont limono-argileux, à prédominance limoneuse en surface (0 à 0,30 m.), et limono-argileuse en profondeur (0,50 m. à 0,80.). Sans que l'on puisse attribuer à chaque mode de culture un type de sol défini, on peut remarquer une certaine tendance au point de vue physique.

Analyse granulaire caractéristique des rizières sud-indochinoises

Mode de culture	Sables (éléments > 1/20 mm).	Limon (élément compris entre 2 μ et 50 μ)	Argile (éléments < 2 μ)	Nature du sol
Riz hâtifs et de demi-saison	10 à 20 %	50 à 60 %	20 à 30 %	Silico-limoneux, limoneux ou limono-argileux
Riz tardifs	moins de 10 %	60 à 50 %	30 à 50 %	Limono-argileux ou argileux
Riz flottants	moins de 10 %	50 à 60 %	20 à 40 %	Limoneux ou limono-argileux

Sauf pour la zone des riz flottants végétant sur sols limoneux, la rizière cochinchinoise est de nature limono-argileuse à argilo-limoneuse. Toutefois, la composition granulaire des sols de rizières peut varier dans les limites les plus étendues, sans affecter sensiblement les rendements ; à condition de n'être ni trop battantes, ni trop sablonneuses, ni inversement pas trop argileuses, toutes les terres de cette catégorie peuvent convenir au riz.

Caractéristiques chimiques. — L'échelle de fertilité adoptée après dix années d'expérience par l'Office du riz est la suivante :

Éléments assimilables (‰ de terre naturelle séchée)

	P ₂ O ₅	K ₂ O	N
Sols très pauvres.....	<0,10	<0,10	<0,75
— pauvres.....	0,10 à 0,20	0,10 à 0,20	0,75-1,23
— moyens.....	0,20 à 0,30	0,20 à 0,30	1,25-1,75
— riches	0,30 à 0,40	0,30 à 0,45	1,75-2,25
— très riches	>0,40	>0,45	>2,25

La teneur en éléments totaux est également importante, ces éléments pouvant être facilement mobilisés du fait des conditions hydrauliques du milieu rizicole, mais des limites aussi précises n'ont pu être déterminées.

Caractéristiques physico-chimiques. — L'acidité actuelle des rizières (pH) peut varier dans de larges proportions (de 3,5 à 7,5). Les acidités les plus favorables oscillent autour de 5 ; en dessous de 3,5 le sol présente les conditions requises pour être toxiques par alunage.

Les chiffres d'acidité d'hydrolyse et d'échange ne semblent pas constituer des indices pratiquement utilisables par le praticien, il est certain que du fait de sa submersion le sol transformé en boue liquide acquiert des propriétés très différentes de celles d'un sol exondé en phase solide.

L'examen du complexe absorbant est plus intéressant. L'étude comparative de nombreuses terres de rizières permet de fixer un barème très approximatif :

Valeur	Capacité d'absorption totale (Me)	Capacité d'échange (Me)	Etat de saturation	
			%	Valeur
Très faible	<10 Me	5 à 6 Me	<40	très faible
Faible	10 à 20		40 à 50	médiocre
			50 à 60	satisfaisant
			60 à 80	très satisfaisant
Moyenne	> 20		> 80	trop élevé

Les sols à faible état de saturation sont à rejeter ; une capacité d'absorption insuffisante ne peut être améliorée que par l'apport de colloïdes argilo-humiques (fumier de ferme, engrais verts, composts) ; cet apport est particulièrement bien venu dans la rizière légère à tendance siliceuse. Par contre, dans les terres lourdes de Cochinchine l'apport de fumier de ferme ne donne pas les résultats escomptés.

A noter à ce sujet que l'apport de matières vertes, mêmes pauvres en azote, permet presque toujours d'accroître très sensiblement les rendements. Le peu de temps s'écoulant entre l'enfouissement et le repiquage, l'absence de lignine ne peuvent laisser croire à la formation de matières humiques ; il semble que la matière verte hydrocarbonée permette un développement considérable des bactéries du sol, d'où une amélioration de la teneur en azote immédiatement utilisable.

Deltas du Tonkin et d'Annam

Les caractéristiques des rizières tonkinoises et annamites peuvent être définies sur les mêmes bases que pour les terres des rizières cochinchinoises ; toutefois l'échelle de fertilité est un peu différente :

Eléments assimilables (‰ terre naturelle séchée à 100° C)

	P ₂ O ₅	K ₂ O	N
Sols très pauvres.....	< 0,10	< 0,10	< 0,50
— pauvres	0,10 à 0,15	0,10 à 0,15	0,50 à 0,75
— moyens	0,15 à 0,20	0,15 à 0,20	0,75 à 1,00
— riches	0,20 à 0,30	0,20 à 0,30	1,00 à 1,25
— très riches	> 0,30	> 0,30	> 1,25

A ces différences près, d'ailleurs minimales, on peut estimer que toutes les considérations concernant l'interprétation des analyses du sol sont les mêmes, qu'il s'agisse des terres à vocation rizicole du Nord ou du Sud de l'Indochine.

Les données de l'analyse des terres de rizière permettent donc, en Indochine, d'apprécier leur degré de fertilité, leur valeur culturale. Elles sont suffisantes pour que l'on puisse déterminer, en nature et en quantité, les éléments fertilisants à apporter au sol pour accroître le rendement de la rizière.

Appréciation de la valeur culturale des rizières toxiques

C'est là une question particulièrement importante en riziculture, de grandes surfaces étant salées ou alunées, parfois les deux à la fois.

Terres salées. — Les travaux de l'Office indochinois du riz ont montré que le riz ne peut supporter une teneur de NaCl supérieure à 4 g. par litre (2,4 g. de Cl).

Pour des teneurs comprises entre 1 et 4 g. par litre (0,6 à 2,4 de Cl) la végétation est possible.

La culture du riz en terres salées ou saumâtres est strictement subordonnée à l'exécution d'aménagements préalables et à des façons culturables spéciales.

Terres alunées. — La mise en valeur de ces terres exige également leur protection contre les eaux sauvages extérieures et l'aménagement en vue de leur lavage. Mais la transformation de l'alumine libre toxique en sels d'Al non toxiques exige l'emploi de phosphates. Les conditions de toxicité des rizières alunées sont maintenant parfaitement connues :

- 1° Acidité actuelle (pH) 4,5;
- 2° Présence de sulfates;
- 3° Présence d'aluminium dissous, plus de 50 mg. d'Al par litre de solution aqueuse du sol.

* * *

En l'absence d'analyse spéciale les riziculteurs peuvent trouver, sur les cartes agrologiques des terres de rizières, de précieuses indications *a priori* qu'il faut préciser ultérieurement en faisant effectuer par les laboratoires spécialisés l'étude agrologique de leurs terres.

Nous rappelons ci-dessous la nomenclature de travaux cartographiques déjà exécutés :

Cochinchine-Cambodge : cartes agrologiques à l'échelle de 1/400.000 (échelle de la carte routière d'Indochine).

Annam : pour quelques provinces d'Annam (Hatinh, Quang Nam, Binh Dinh, Phu Yen, Binh Thuan) cartes agrologiques à des échelles diverses.

Pour chaque province cochinchinoise et cambodgienne ces documents agrologiques comportent : carte de repérage des sondages de terre, analyses granulaires (sol et sous-sol), humus et matières organiques totales (sol), matières organiques solubles (sol), acidité alunage salure (sol et sous-sol), azote total, potasse assimilable, acide phosphorique assimilable (sol et sous-sol). En Annam, seules ont été dressées les cartes de repérage des sondages, d'analyses granulaires (sol et sous-sol) et des trois éléments fertilisants (sol seulement).

Tonkin et Thanh Hoa, des cartes à petite échelle ont été dressées pour l'ensemble du delta.

CULTURES DIVERSES

De nombreuses analyses du sol ont été effectuées, mais très souvent l'interprétation agronomique, en fonction des rendements obtenus, en a été négligée. On se contentait de juger le sol examiné en se référant aux normes admises dans les pays tempérés. d'où une imprécision regrettable qu'il serait indispensable de compenser par une étude systématique pouvant d'ailleurs être rapidement menée.

Des données précises n'ont été relevées que sur les berges du Mékong par le Service agricole du Cambodge.

On trouvera ci-dessous, réunies en un tableau, les caractéristiques de ces terres de berges en fonction des cultures qui y sont faites.

Terres caractéristiques des berges du Mékong.

Nature des terres	No de prélèvement	Cultures caractéristiques	Caractéristiques physiques Analyse granulaire			Matière organique	C/N	Caractéristiques chimiques (Eléments en ‰ de terre sèche)					Caractéristiques physico-chimiques		
			Sable	Limon	Argile			N	P ₂ O ₅ total	P O assimilable	K ₂ O total	K ₂ O assimilable	pH	Acidité d'hydrolyse	Acidité d'échange
<i>Alluvions riches et fertiles :</i>															
Kompong Cham.	27	Terres traditionnellement cultivées en tabac (1)	26,4	67,5	6,1	20,18	9,8	1,09	1,20	0,31	27,8	0,16	8,58	3,3	T
Kompong Cham (alluvionnement non annuel terre souvent exondée).	29	Terres traditionnellement cultivées en maïs, haricots, cotonnier, mûrier, tabac (Saison sèche)	41,4	54,0	4,6	21,22	16,8	0,72	1,10	0,25	2,59	0,13	8,41	2,4	T
Prey Veng, id.	21	»	54,4	37,3	8,3	9,32	13,8	0,39	0,96	0,30	1,94	0,12	8,34	2,4	T
<i>Dépôts à éléments grossiers :</i>															
Prey Veng (bourrelets de berge).	23	Kapokier	82,9	15,1	2,0	10,87	7,77	0,81	0,90	0,28	2,10	0,10	8,35	3,0	T
Kompong Cham (dépôt sableux au début du colmatage).	8	»	87,7	10,0	2,3	16,04	9,5	0,98	0,79	0,14	1,59	0,09	8,35	1,2	0,35
<i>Sols à éléments très fins de richesse très inégale :</i>															
Kompong Cham, terre basse très ancienne.	25	Maïs de saison des pluies et riz flottant	12,7	72,5	14,8	16,56	9,05	1,06	1,36	0,46	2,68	0,15	6,13	28,8	0,2
Prey Veng, terres basses.	37	Riz de décrue et maïs de saison des pluies	11,0	44,2	44,8	34,15	15,4	1,28	0,66	0,20	2,43	0,10	4,48	72,0	14,0

(1) On considère comme cultures traditionnelles, celles pratiquées même lors de conditions peu favorables de vente.

N. B. — Au point de vue chimique ces terres de berge se caractérisent par leur faible teneur en éléments fertilisants, surtout en potasse assimilable. Leurs réserves en éléments totaux sont relativement peu importantes. Leur acidité actuelle (pH) indique des terres légèrement alcalines dans tous les cas de dépôts limoneux, limono-sablonneux ou sablonneux. Terre favorable au tabac, au cotonnier, au maïs. Au contraire plus les éléments constitutifs sont fins, plus l'acidité est élevée. L'apparition d'une forte acidité d'échange semblerait même indiquer des terres toxiques (à noter que les prélèvements furent effectués en saison sèche).

Par ailleurs des observations fragmentaires ont été effectuées pour certaines cultures déterminées : cotonnier, jute, tabac, canne à sucre. Nous pensons qu'il est intéressant de grouper ces observations ; toutefois les méthodes d'analyse ont considérablement évolué au cours de ces 50 dernières années et les indications portées en ce tableau demanderaient à être complétées surtout en ce qui concerne les caractéristiques physico-chimiques.

Caractéristique de sols de dépôt particulièrement adaptés à quelques cultures d'Indochine

	Rendement (kg.-ha) sans engrais	Caractéristiques physiques	Caractéristiques chimiques (‰ terre naturelle séchée à 100° C)					Caractéristiques physico-chimiques		
			N total	P ₂ O ₅ total	P. O ₅ assimi- lable	K ₂ O total	N ₂ O assimi- lable	pH optimum	Acidité d'é- change	Acidité d'hy- drolyse
Tabac	1.200 kg. tabac sec	limoneux	1,0	1	0,25	1	0,30	7 à 8,8	1	4
Jute	1.000 kg. filasse	limoneux	2 à 2,5	0,5 à 1		1		5 à 7		
Maïs	2.400 kg. (graines)	limoneux- siliceux	0,8 à 1,2	0,8	0,25	0,30	0,15	5 à 7	1	15
Cotonnier	150 kg. (fibres)	limoneux à tendance li- mono-sablon- neuse	1	1	0,10	0,80	0,30	5,5 à 6,5	1	10
Ricin								5,5 à 6,5	1	
Canne à sucre (Sud-Annam)	1.500 kg. à 2.000 kg. su- cre	silico. - limo - neux, limo- no-siliceux	0,6 à 0,1	1	0,07	0,9	0,08	5,5 à 6,0		

Toutes les cultures vivrières à de rares exceptions près, patates par exemple, exigent des terres limoneuses ou silico-limoneuses ; certaines même s'accommodent de terres sablonneuses. La richesse en éléments fertilisants est moins impérieuse dans les terres périodiquement limonnées que dans les sols toujours exondés ; dans les premières il y a apport de matières fertilisantes par eau de crue et solubilisation des éléments en réserve dans le sol. Les caractéristiques physico-chimiques sont loin d'être précisées.

SOLS EN PLACE :

Très nombreuses ont été les analyses de sols en place ; terres rouges d'origine basaltique ou granitique, terres grises, mais là encore pas de confrontation systématique entre les résultats d'analyses et la valeur culturale des terres étudiées.

En Indochine on a toujours recours, pour apprécier la valeur culturale des sols en place, à l'échelle de fertilité adoptée par la *Proefstation Voer Thee* (Java) pour l'interprétation des résultats d'analyse.

Appréciation de la valeur culturale du sol	Caractéristiques chimiques Eléments fertilisants ‰ terre séchée			Caractéristiques physico-chimiques		
	N total	P ₂ O ₅ assimilable	K ₂ O assimilable	T (1)	V (2)	Acidité d'échange 1 cc. de soude décinormale
Très bon	> 4,6	> 0,16	> 1,6	} 50 à 60 Me	60 à 79 %	< 1
Bon	3,2 à 4,4	0,08 à 0,16	0,8 à 1,6			
Moyen	1,6 à 3,2	0,04 à 0,08	0,33 à 0,3			
Faible	< 1,6	< 0,05	< 0,35			
					40 à 60	1 à 10
					< 40	> 10

(1) T : Capacité d'absorption totale (en milli-équivalents).

(2) V : Saturation en % de la capacité d'absorption totale.

Ces données semblent valables en Indochine pour le théier et surtout le caféier.

Par contre, l'hévéa croît parfaitement dans des sols bien plus pauvres ayant une capacité d'absorption beaucoup plus faible et une acidité d'échange pouvant atteindre jusqu'à 10.

En fait, pour les plantes pérennes, les caractéristiques physiques du sol sont infiniment plus importantes ce qui explique les excellents rendements obtenus en hévéaculture et en théiculture dans des terres pauvres, mais ayant une excellente structure grumeleuse.

Parmi les plantes annuelles essayées sur les sols en place, cotonnier, ricin sont les plus exigeantes, maïs et tabac donnent de bons résultats sur des sols médiocrement pourvus en éléments fertilisants et de caractéristiques physico-chimiques moyennes : enfin riz, roselle, etc. fournissent encore de bons rendements sur des sols vraiment médiocre ou même mauvais.

Dans les sols en place, et en particulier dans les terres rouges, la teneur en éléments assimilables ne constitue qu'un élément de leur valeur culturale.

Les caractéristiques physiques : structure du sol, pouvoir de rétention de l'eau, degré de latéritisation, richesses en matières humiques, ont une importance primordiale. Elles limitent ou favorisent la possibilité d'emploi des engrais minéraux. L'apport d'humus permet dans la plupart de ces sols, pauvres en colloïdes argilo-humiques, une plus complète utilisation des engrais chimiques.

Les propriétés physico-chimiques ne sont pas moins importantes.

Généralement, une acidité d'échange élevée indique l'impossibilité de réussir un certain nombre de cultures délicates telles que cotonnier, ricin. Dans les plantations de caféiers les taches stériles présentent en surface une forte acidité d'échange.

L'état de saturation des sols en place a une répercussion certaine sur les rendements obtenus suivant les cultures.

	Etat de saturation		
	bon	moyen	mauvais
Hévéa	50	30 à 50	30
Théier			
Caféier	60	40 à 60	40
Canne à sucre et cultures vivrières.....	70	50 à 70	50
Cotonnier	60	50 à 60	50
Ricin			

Quoique non précisées pour les différentes cultures ces conditions physico-chimiques sont extrêmement importantes et ne peuvent être améliorées que par des techniques culturales appropriées, au premier rang desquelles figurent :

- l'emploi des plantes de couverture,
- l'apport de matières humiques,
- l'emploi d'amendements (phosphate de chaux, calcaires broyés, sulfate de chaux, engrais potassiques, etc...).

* * *

En résumé, les données de l'analyse des sols ne permettent de définir qualitativement et quantitativement que les fumures nécessaires à la rizière indochinoise. Pour les autres cultures,

qu'elles soient sur alluvions ou sur sols en place, l'analyse chimique ne peut donner actuellement que des indications d'ordre qualitatif. Plus importants sont les renseignements fournis par l'étude des caractéristiques physico-chimiques : celles-ci peuvent empêcher, pour certaines cultures, toute végétation.

Insuffisante a été — sauf en milieu rizicole — la liaison entre l'agronome des stations, le chimiste et le praticien. Les archives des services techniques, des stations, des planteurs abondent en documents : fiches d'analyse par milliers, résultats d'essais d'engrais très variés, indications sur les formules de fumure en plantations. Mais, en règle générale, les fiches analytiques sont pauvres en références précises : rendements obtenus, climatologie, accidents de culture, etc...

On a trop souvent l'impression que l'analyse ne fait qu'illustrer une étude ou donner un cachet scientifique à un rapport pour conseil d'administration. Personne ne semble s'être jamais soucié de chercher à interpréter la dite analyse.

CONSOMMATION DES ENGRAIS EN INDOCHINE

Nous distinguerons les engrais produits localement des engrais importés.

ENGRAIS PRODUITS LOCALEMENT :

ENGRAIS PHOSPHATÉS

Phosphates naturels. — Il existe en Indochine des gisements importants de phosphorite, phosphate de chaux amorphe, sans doute vestiges d'anciens guanos d'oiseaux de mer ou de chauves-souris, déposés en quantité plus ou moins considérable dans des poches rocheuses. Des gisements hétérogènes, d'étendues très diverses, se rencontrent dans les massifs calcaires du Tonkin (province de Bacgiang, Langson, Thai-Nguyen, Moncay), du Nord Annam et au Cambodge dans la région de Tuk-Meas.

Ces phosphates, directement utilisables par l'agriculture, doivent seulement être finement broyés. Les installations nécessaires existent à Haïphong (Société nouvelle des Phosphates du Tonkin). Une autre usine, située près de Mytho, a été créée pour traiter les minerais en provenance du Cambodge, mais n'a jamais fonctionné.

L'efficacité des phosphates naturels dépend essentiellement de leur finesse et de leur teneur en P_2O_5 , du phosphate de chaux, le phosphate de fer étant inassimilable ou que très lentement assimilable par les plantes, le phosphate d'alumine pouvant même être toxique sous certaines conditions. Malheureusement, les gisements de phosphorite renferment souvent des teneurs non négligeables de phosphates de fer et d'alumine atteignant même parfois des taux très élevés.

Trop fréquemment, un contrôle insuffisant a laissé mettre à la disposition du consommateur des phosphates moulus présentant bien la teneur annoncée en P_2O_5 , mais où l'acide phosphorique est engagé pour une part importante en combinaison avec le fer et l'aluminium.

Le degré de finesse des phosphates moulus nord-indochinois est variable suivant les qualités : la plus courante comporte 95 % au tamis 100 et 63 % au tamis 200. Ils gagneraient généralement à être plus finement moulus.

Divers conditionnements ont été adoptés :

	Teneur en P ₂ O ₅ du phosphate tricalcique	Finesse
Phosphate du Tonkin	19/21 %	63 % tamis 200
Phosphate d'Annam	19/21 %	95 % — 100
Phosphate d'Annam	16/18 %	95 % — 100

La production des phosphates moulus est passée de 7.600 t. en 1922 à 26.565 t. en 1930, puis, après avoir subi une dépression considérable, durant la crise agricole 1931-1935, a de nouveau augmenté pour atteindre 40.300 t. en 1941. La plus grosse partie de ces phosphates est consommée en Cochinchine. Quoique une propagande très active ait été faite, de 1942 à 1944, pour en généraliser l'emploi au Tonkin, afin d'améliorer les rendements de la rizière tonkinoise et nord annamite, les difficultés de tous ordres nées des circonstances, celles de transport en particulier, ont freiné la consommation des phosphates naturels locaux.

Outre les phosphates naturels, on produit en Indochine des engrais phosphatés d'origine animale. Les os broyés et les poudres d'os ont été préparés en quantité assez importante durant la période de blocus économique.

ENGRAIS AZOTÉS

L'Indochine ne produit pas d'engrais chimiques azotés ; par contre, la production d'engrais organiques azotés est importante.

Engrais azotés d'origine végétale. — Parmi les engrais azotés d'origine végétale, les tourteaux de graines oléagineuses viennent au premier rang ; nous citerons dans l'ordre décroissant de leur richesse en azote : tourteaux d'abrin (5 %), de ricin, de sésame (4 %), de kapok (3,5 %), d'arachide (3 %), de coprah, d'hévéa, de cotonnier (2 %), de camélia, de garcinia (1,5 à 2 %).

Livrés soit en galettes, soit broyés, ces tourteaux d'origine locale présentent l'inconvénient d'avoir des teneurs très variables en éléments fertilisants, et d'être facilement la proie de divers insectes. Leur conservation est d'autant plus malaisée, que leur teneur résiduaire en matières grasses est généralement très élevée du fait de la rusticité habituelle des procédés d'extraction des huiles (jusqu'à 7 et 8 %).

Par contre, leur action incontestable sur la croissance des végétaux, leur teneur non négligeable en P₂O₅ et K₂O, leurs prix modérés et leur production au voisinage des lieux d'utilisation leur assurent le succès auprès des cultivateurs.

Nous passerons sous silence les autres engrais azotés d'origine végétale fabriqués sur l'exploitation.

La production indochinoise de tourteaux de graines oléagineuses est difficile à chiffrer, la consommation se faisant généralement sur les lieux mêmes de production. On pouvait l'estimer, en année normale avant le dernier conflit, à environ 25 à 30.000 tonnes. Du fait du développement des cultures d'oléagineux elle a dû atteindre, en 1942 et 1943, entre 45 et 50.000 tonnes.

Engrais azotés d'origine animale. — Les engrais azotés d'origine animale comportent par contre toute une gamme : farine de poissons des grands lacs du Cambodge, engrais de crevettes du sud cochinchinois, déchets de préparation du nuoc-mam du sud Annam, etc...

Ces engrais, assez riches en azote, sont bien pourvus en acide phosphorique ainsi que l'on peut en juger par les analyses ci-dessous. Ces analyses représentent pour les farines de poissons du sud indochinois, la moyenne de 25 échantillons. Nous donnons conjointement les teneurs en éléments fertilisants d'engrais de poissons provenant de la coopérative des pêcheries des grands lacs de Preknan (Cambodge), engrais particulièrement constants dans leur composition ; enfin, nous indiquons la composition type d'un engrais de crevettes tel qu'on en utilise dans la région de Vinh Chau (Baclieu).

Composition (% de matières fraîches)

	Moyenne des engrais de poisson du Sud-Indochinois (1)	Engrais de poisson des Grands Lacs du Cambodge (1) (engrais type)	Engrais de crevettes de Bac Lieu (2) (engrais type)
Humidité	16,87 % (3,29 à 56,70)	10,40 %	24,1 %
Mat. minérales		66,97 %	55,5 %
Mat. organiques		22,63 %	20,4 %
N.	3,90 % (1,34 à 9,59)	2,19 à 2,74 %	4,41 %
P ₂ O ₅	8,10 % (3,40 à 14,78)	9,46 à 10,30 %	3,41 %
K ₂ O	0,40 % (0,13 à 0,73)	0,24 %	0,81 %

Cornes et cuirs desséchés ou torréfiés, sang desséché, ont fait ces dernières années l'objet de la part d'entreprises spécialisées de Cochinchine de préparations soignées, homogènes, bien conditionnées.

La production des engrais organiques d'origine végétale pourra être améliorée : épuisement par solvants des matières grasses résiduelles, préparation de tourteaux concassés à teneur constante en azote. Mais un accroissement important de la production n'est guère à envisager.

Par contre, l'industrie des engrais d'origine animale doit prendre un essor important : traitement rationnel des déchets et sous-produits de la fabrication des conserves de poisson (poisson sec, poisson salé), préparation de l'huile de poisson, du nuoc mam, des sauces condimentaires à base de crevettes. Les déchets d'abatage peuvent également, par des traitements appropriés, devenir la source d'excellents engrais, dont le placement sera d'autant plus aisé que le prix de l'unité fertilisante sera avantageux et que la constance de composition sera assurée.

Les efforts tentés dans cette voie durant ces dernières années doivent être encouragés et poursuivis selon des techniques sûres. Le succès est assuré.

ENGRAIS POTASSIQUES

Malgré de très sérieux essais tentés durant la dernière guerre, il n'a pas été possible de préparer d'engrais potassiques à partir des eaux-mères des salines.

Force a donc été aux cultivateurs de n'utiliser que les cendres végétales souvent très riches

(1) Analyses faites à l'O. I. R.

(2) Analyses faites à l'I. R. A. F. I.

en K₂O. Les cendres de bambou en particulier dosant jusqu'à 10 % de K₂O (1) ont été préparées sur les plantations même pour suppléer aux engrais potassiques absents. Sur les petites exploitations rurales, il est de tradition d'employer les cendres du foyer, toujours alimenté au bois, pour la fumure du potager, des pépinières de riz, des cultures délicates.

ENGRAIS IMPORTÉS :

Importations d'engrais chimiques en Indochine (2)
(en tonnes)

	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942
<i>Engrais azotés :</i>											
Sulfate d'ammoniaque . .	398	866	872	1.596	2.878	5.656	1.705	4.571	5.288	1.571	825
Cyanamide			793	750	1.317	3.757	2.132	2.202	1.177	293	
Phosphate d'ammoniaque			102	162	11	204	99			51	
Nitrate de chaux		1		80	50				20		
Nitrate de soude	0,5	3	2	2	3	2	18		7		
Divers	246										
<i>Engrais phosphatés :</i>											
Superphosphates			34	56	1.462	99	1.495	2.192			
Scories de déphosphora- tion			135	376							
Phosphates d'os précipités				2	5		51	118		8	
Engrais composés divers.	1.224	1.150	515	408	1.572	3.685	2.034	887	177	2.409	
Phosphates naturels (dont phosphates nord africains)					1.000	2.854	8.914	11.864	741	3.728	
<i>Engrais potassiques :</i>											
Chlorure de potasse (Sylvi- nite)	5		11	89	986	1.414	832	1.400	1.584	786	
Sulfate de potasse			41	77	104	448	1.291	69	395	36	

Les importations annuelles d'engrais chimiques n'ont jamais été très considérables et n'ont dépassé 20.000 tonnes qu'en 1937 ; durant les quatre dernières années d'avant-guerre le tonnage d'engrais importés s'établissait aux environs de 17.000 t. par an. Le détail de ces importations est intéressant à connaître.

Engrais azotés. — Le sulfate d'ammoniaque est toujours resté l'engrais le plus recherché (3.700 t. en moyenne).

La cyanamide calcique se classe ensuite avec 2.350 t. Enfin très faibles importations de phosphates d'ammoniaque.

(1) Rendements obtenus dans les plantations mêmes. En laboratoire les teneurs en K₂O atteignent parfois 40 %. A noter la richesse en K₂O (20 à 30 %) d'un produit particulièrement abondant, le cofferdam.
(2) D'après les statistiques des Douanes et Régies d'Indochine.

Engrais phosphatés. — Les phosphates naturels provenaient d'Afrique du Nord (hyperphosphate Reno, phosphates de Gafsa, etc...) et comptaient pour plus de 6.000 t. en moyenne. Les superphosphates étaient encore importés pour près de 1.200 t. par an. Engrais phosphatés composés et phosphates d'os précipités (bicalcique) représentaient en moyenne un peu plus de 1.500 t. par an.

Engrais potassiques. — 1.150 t. de sylvinite et chlorure de potasse étaient importés des mines de potasse d'Alsace et un peu moins de 200 t. de kainite et de sulfate de potasse.

En totalisant les quantités d'engrais minéraux produits localement et celles importées on constate que l'Indochine, pays essentiellement agricole, n'avait que très insuffisamment recours à l'emploi des engrais minéraux pour fertiliser ses terres.

Pour une surface totale de 6 à 6.500.000 hectares de terres en culture, l'Indochine utilise en moyenne par an :

6.060 t. d'engrais	azotés équivalent à 1.210 t. de N.
35.500 t. —	phosphatés équivalent à 17.000 t. P_2O_5
1.650 t. —	potassiques équivalent à 800 t. K_2O

soit à l'hectare de terre cultivée :

0,2 kg. d'N	(des engrais chimiques)
1,1 kg. P_2O_5	— —
0,12 kg. K_2O	— —

C'est insignifiant.

Les causes en sont multiples ; elles sont d'ordre technique, d'ordre économique et d'ordre social.

Causes techniques de l'emploi restreint des engrais

Au Tonkin et en Annam le paysan annamite, le riziculteur en particulier, a toujours pratiqué la fertilisation de ses terres en fumant en premier lieu cultures riches et pépinières. La quantité limitée de matières fertilisantes, dont il dispose, ne lui permet pas de les disperser sur l'ensemble de l'exploitation car les résultats enregistrés ne pourraient être que négligeables.

Dans le Sud, la formidable extension des cultures s'est effectuée aux dépens des terres neuves, aux réserves en matières nutritives souvent abondantes ou bien possédant des propriétés physiques favorables. L'implantation des cultures en terres hautes (sols en place) a nécessité des défrichements de forêts denses ou de brousses épaisses, dont l'exubérance de végétation a pu faire croire à une richesse illimitée, illusoire ou non, du sol. Le problème de la fumure dont l'utilité n'apparaissait pas immédiate était relégué au second plan.

Il a fallu que l'usure des terres alluvionnaires exondées de l'Est de la Cochinchine, la nécessité de soutenir la production des plantations en terres hautes, apparaissent évidentes pour que commence à s'imposer progressivement l'emploi des engrais chimiques en Cochinchine.

De plus, en culture annuelle riche, les cultivateurs préfèrent, en général, aux engrais chimiques, les engrais organiques (tourteaux d'oléagineux, engrais de poissons) qu'ils trouvent sur place. Outre leur prix généralement modique, les deux avantages les plus nets de ces engrais consistent en un appoint, assez minime d'ailleurs, de matières organiques et en l'apport de substances de croissance (auxines, soufre, etc...), surtout lorsque les tourteaux sont employés après macération. Ces substances sont particulièrement utiles dans le cas de cultures vivrières à croissance très rapide (quelque mois). Ce sont ces cultures, considérées comme très rémunératrices, qui accaparaient traditionnellement la presque totalité des matières fertilisantes d'origine organique produites localement.

Causes économiques de l'emploi restreint des engrais

Le cultivateur recherche à tirer un certain bénéfice de son exploitation, il n'emploiera des engrais que s'il y trouve un avantage réel ; soit qu'il constate que, sans engrais, les rendements diminuent d'année en année, soit qu'il retire de l'emploi des engrais un bénéfice résultant de la différence entre la valeur du surplus de récolte obtenu et le prix de revient de la fumure.

Dans les exploitations à caractère industriel, pourvu que la formule employée soit strictement payante et que la fertilité du sol soit sauvegardée pour l'avenir, l'accroissement de rendement est déjà un résultat suffisant important pour justifier l'emploi des engrais. La tenue d'une comptabilité permet, en effet, à l'exploitant de chiffrer exactement les divers éléments du prix de revient.

Par contre, dans les petites exploitations rurales paysannes, l'application d'une fumure doit être largement bénéficiaire pour être adoptée par le cultivateur ; nous estimons que le prix de revient de la fumure (épandage et transport compris) ne doit guère dépasser la moitié de la valeur du surplus de récolte obtenue.

En culture paysanne, en riziculture principalement, les engrais chimiques azotés ont toujours été trop chers. L'emploi du sulfate d'ammoniaque a été limité aux seules pépinières pour donner un coup de fouet aux « mas » jaunissants, et, en ce qui concerne la cyanamide calcique, pour profiter de ses propriétés crabicides remarquables.

Il en est de même des engrais potassiques, remplacés généralement, lorsque besoin s'en faisait sentir, par des cendres d'origine végétale.

Par contre, grâce à la présence en Indochine de gisements facilement exploitables, les phosphates naturels purent être livrés à l'agriculteur à des prix extrêmement avantageux (sauf durant la crise de 1931 à 1935). Les phosphates du Tonkin et du Nord-Annam trouvèrent un large débouché en riziculture tonkinoise et surtout en Cochinchine, où les superficies des terres acides sont énormes.

Les phosphates nord-africains, mieux conditionnés, souvent plus finement moulus, furent également employés, mais le frêt surcharge le prix du kg. de P_2O_5 et restreint l'emploi de ces excellents engrais.

Les phosphates bicalciques à action très rapide et particulièrement visibles ne peuvent malheureusement être diffusés aussi largement que les phosphates naturels étant donné leur prix élevé. Leur emploi est donc, en fait, limité aux pépinières et aux cultures riches à évolution rapide.

Il est curieux de noter l'emploi très restreint du phosphate d'ammoniaque dont le cours était extrêmement avantageux.

Il nous faut également signaler parmi les facteurs restrictifs de l'emploi des engrais :

— la fraude fréquente de la part des petits revendeurs de détail, des dépositaires chinois ou indigènes : sable dans les phosphates par exemple ;

— la mise en vente de produits plus ou moins altérés, sans contrôle suffisant : diminution de la teneur en N des engrais azotés, de la cyanamide en particulier ; forte teneur en phosphate d'alumine et de fer du phosphate tricalcique ; l'utilisateur doit, lorsqu'il est acquéreur de fortes quantités, ne conclure son achat que sur le vu d'analyses récentes. L'usager ordinaire doit être garanti par l'application de la loi sur la répression des fraudes ;

— enfin la tendance, heureusement de moins en moins fréquente, des négociants incompetents à vendre n'importe quel mélange sans tenir compte ni du sol, ni de la culture, ni des conditions écologiques de cette culture : l'utilisateur indigène se laisse prendre, mais court rapidement à un échec ; il est ultérieurement difficile de le convaincre de la nécessité de fertiliser ses terres et de le faire revenir sur une opinion arrêtée.

Causes sociales de l'emploi restreint des engrais

C'est au mode de tenure des terres qu'il faut surtout imputer la faible diffusion des engrais en Indochine, particulièrement en rizière.

Une proportion importante des terres cochinchinoises est cultivée par des fermiers, des «ta-dien» qui passent avec le propriétaire un contrat de fermage essentiellement caractérisé par le versement, à la récolte, d'une quantité préalablement déterminée de paddy entre les mains des propriétaires.

Le ta-dien n'a pas, en général, les disponibilités suffisantes pour acheter des engrais ; il n'est pas certain de profiter des effets résiduels de leur application, le contrat de fermage étant le plus souvent annuel ; d'autre part, il craint qu'une bonification des terres du propriétaire ne se traduise pour lui par une augmentation du taux de fermage.

Le propriétaire serait plus à même de faire l'avance des engrais, mais outre qu'il lui faudrait en contrôler l'emploi, il serait obligé d'imposer un prix de fermage plus élevé, d'où une difficulté plus grande à trouver de bons fermiers.

Finalement propriétaires et fermiers sont les uns et les autres, et pour des raisons différentes, peu enclins à fumer les terres qu'ils exploitent.

Cette attitude est encore plus nette dans le cas d'exploitation de terres communales, terres de culture, cong dien, etc... dont les bénéficiaires changent chaque année. Jamais ces terres ne reçoivent la moindre trace d'engrais.

Dans le cas de fermage, comme dans celui d'exploitation des terres communales, la seule mesure permettant de profiter de la fumure annuelle serait de porter la durée du fermage ou de la location des terres à au moins trois ans.

On peut d'ailleurs constater que l'emploi des engrais ne s'est généralisé que dans les régions de petite propriété paysanne, sur les exploitations en faire valoir direct, sur les plantations de terres hautes en particulier.

LES POSSIBILITÉS DE PLACEMENT DES ENGRAIS EN INDOCHINE

Dans les conditions actuelles de culture, les possibilités de placement des engrais peuvent être évaluées en adoptant les formules ayant fait leur preuve et indiquées dans la deuxième partie de cette étude (*Les résultats acquis*) pour les zones d'application de ces fumures.

Il est raisonnable d'éliminer du bénéfice probable de ces applications, les terres non aménageables où, malgré le pouvoir de fixation des sols, les engrais risquent d'être emportés par les eaux pluviales ou d'inondation et perdus pour la culture.

Il est également improbable d'escompter dans un proche avenir un emploi généralisé des engrais en cultures indigènes des terres hautes, surtout lorsqu'elles sont pratiquées par des populations non annamites (Khas des Bolovens, Meo, Thai du Tonkin et du Laos, Moïs, Rhadé des Hauts Plateaux).

Ces restrictions importantes admises il est possible de dresser le tableau des possibilités actuelles de placement des engrais en Indochine, sous réserve de satisfaire aux conditions que nous exposerons ultérieurement.

RIZICULTURE :

La riziculture absorbera la part la plus importante des engrais chimiques ; il est donc nécessaire de calculer avec suffisamment de précision les possibilités de placement en rizières.

Tonkin

Campagne du 5^e mois. — Sur 650.000 ha repiquables dans le delta, seuls 250.000 ha de rizières moyennes sont aptes à utiliser les engrais. Dans les cuvettes où les diguettes sont peu marquées, l'engrais soluble serait lavé. Dans les terres hautes la culture est trop peu sûre pour justifier une avance de fonds supplémentaires.

Campagne du 10^e mois. — Les terres moyennes et les terres hautes totalisant 750.000 ha pourraient bénéficier des engrais.

Le total des superficies aptes à être ainsi fertilisées atteindrait donc 1.000.000 d'ha (sur une superficie globale de 1.500.000 ha. haute et moyenne Région comprises).

Sur cette superficie on peut compter grossièrement : 250.000 ha de rizières légères, 180.000 ha de rizières lourdes à limon, 560.000 ha de rizières de type alluvion du Fleuve Rouge, et 10.000 ha du type des cordons littoraux.

En prenant comme base de départ pour la zone des terres légères (déficientes en tous éléments) et de terres à limon, une formule : N 30, P₂O₅ 30, K₂O 30 ; et pour les autres zones une formule : N 30, P₂ O₅ 30, on obtient comme possibilités de placement :

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
430.000 ha	12.900	12.900	12.900
570.000 ha	17.100	17.100	
Total	30.000 t.	30.000 t.	12.900 t.
Soit environ : 100.000 t. de sulfate d'ammoniaque, 150.000 t. de phosphate naturel à 20 %. 50.000 t. de cyanamide, 26.000 t. de chlorure de potasse.			

L'emploi de ces tonnages permet d'escompter une augmentation de production rizicole d'environ :

400.000 t. de paddy (13 kg. pour : 1 kg. d'N + 1 kg. de P₂O₅ + 1 kg. de K₂O pour la première catégorie, et 17 kg. pour : 1 kg. d'N + 1 kg. de P₂O₅ pour la deuxième catégorie).

Annam

L'enchevêtrement des campagnes rizicoles des 5^e et 10^e mois dans le Nord, des 8^e mois et 12^e mois et même du 1^{er} mois dans le Sud, rend difficile l'estimation des besoins en engrais de la rizière annamite.

Sur plus de 1.000.000 d'ha de rizières on peut, en première approximation, estimer que 500.000 ha. de terres légères limoneuses et d'alluvions fluviales sont susceptibles de profiter d'engrais chimiques suivant des formules analogues à celles adoptées pour le Tonkin, soit au total :

N	15.000 t.
P ₂ O ₅	15.000 t.
K ₂ O	600.0 t.

Correspondant à :

50.000 t. de sulfate d'ammoniaque,
25.000 t. de cyanamide calcique,
75.000 t. de phosphate naturel,
12.000 t. de chlorure de potasse,

dont l'emploi permet d'escompter un accroissement de production de l'ordre de 200.000 t. de paddy.

Cochinchine

Sur 2.300.000 ha de rizières on peut estimer que 180.000 ha de terres légères, 740.000 ha de terres lourdes, 40.000 ha de terres humifères et 40.000 ha de terres alunées toxiques, soit 1.000.000 ha environ, sont susceptibles de bénéficier actuellement de l'emploi d'engrais minéraux.

En première approximation on peut appliquer les formules de base :

N 16, P_2O_5 30, K_2O 15 pour les terres légères,

P_2O_5 25 à 35 sur toutes les terres lourdes dont une partie est très acide, avec :
13 kg. de N sur environ 270.000 ha et
10 — de K_2O — 230.000 ha,

P_2O_5 40 sur les terres humifères,

P_2O_5 80 — — alunées

soit au total :

	N	P_2O	K_2O
Terres légères	2.880 t.	3.400 t.	2.700 t.
Terres lourdes	4.120 t.	21.800 t.	2.300 t.
Terres humifères		1.600 t.	
Terres toxiques		3.200 t.	
Total	7.100 t.	30.000 t.	5.000 t.

ce qui, traduit en engrais, correspond à :

20.000 t. de sulfate d'ammoniaque,
15.000 t. de cyanamide,
170.000 t. de phosphate naturel à 20 %,
10.000 t. de chlorure de potasse

dont l'emploi permet d'escompter un accroissement de production de l'ordre de 400 à 450.000 tonnes de paddy.

Cambodge

Sur environ 900.000 ha de rizières on ne peut guère compter pouvoir fertiliser plus de 300.000 ha dont 130.000 ha de terres hautes légères et 170.000 ha de terres lourdes plus ou moins toxiques ; on peut appliquer les formules correspondantes de Cochinchine :

	N	P ₂ O ₅	K O
Terres légères	2.000 t.	4.000 t.	1.500 t.
Terres lourdes		6.000 t.	
Total	2.000 t.	10.000 t.	1.500 t.

ce qui traduit en engrais, correspond à :

6.000 t. de sulfate d'ammoniaque,
4.000 t. de cyanamide,
50.000 t. de phosphate naturel à 20 %,
3.000 t. de chlorure de potasse,

dont l'emploi permet d'escompter un accroissement de production de l'ordre de 150.000 t. de paddy.

En outre, les pépinières réclament des engrais à action très rapide ; on peut envisager le placement relativement aisé de 100 kg. de phosphate bicalcique à 38 % par ha de pépinières.

A raison d'un ha de pépinières par 10 ha de rizières, on peut estimer à 5.000 t. de bicalcique la quantité absorbable par les pépinières.

Soit pour l'ensemble de la riziculture indochinoise :

	Tonnage d'éléments fertilisants			Tonnage d'engrais				Supplément de récolte escomptable (paddy)
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	sulfate d'ammoniaque	cyanamide	phosphate naturel	chlorure de potasse	
Tonkin	30.000	30.000	13.000	100.000	50.000	150.000	26.000	400.000
Annam	15.000	15.000	6.000	50.000	25.000	75.000	12.000	200.000
Cochinchine	7.000	34.000	5.000	20.000	15.000	170.000	10.000	400.000
Cambodge	2.000	10.000	1.500	6.000	4.000	50.000	3.000	150.000
						5.000 bicalcique		
Total	54.000	89.000	25.500	176.000	94.000	450.000	51.000	1.150.000
						5.000 bicalcique		

Ces chiffres représentent évidemment la quantité maximum d'engrais actuellement applicable aux 2.800.000 ha de rizières aménagées et conduites en cultures traditionnelle non intensive.

L'aménagement de nouveaux casiers au Tonkin et en Annam, la bonification des rizières de l'Ouest Cochinchinois par leur équipement hydraulique conduit selon un plan d'ensemble, rendraient nécessaire l'application de doses supplémentaires de matières fertilisantes.

MAÏS :

Le maïs a énormément régressé ; si l'on s'en tient aux statistiques de ces dernières années, il occupe environ 300.000 ha dans toute l'Indochine, dont 120.000 ha au Tonkin et en Annam et 180.000 ha en Cochinchine et Cambodge.

Dans le Sud, les maïs cultivés sur berges annuellement limonées ne sont guère susceptibles de fumure ; par contre, dans le Nord Indochinois le Maïs occupe généralement une partie de la sole du V^e mois sur les terres hautes légères.

On peut en première approximation estimer à la moitié des surfaces cultivées en maïs au Tonkin et en Annam celles susceptibles de bénéficier d'un apport d'engrais, soit 60.000 ha.

La formule applicable, déjà indiquée, est primaire et comporte un seul élément : 40 kg. de N soit au total 2.400 t. de N pouvant être apportée partie sous forme de sulfate d'ammoniaque (6.000 t.), partie sous forme de cyanamide (6.000 t.).

L'accroissement de rendement à attendre est environ de 40.000 t. de maïs (grains).

MANIOC :

Cultivé en culture potagère, le manioc est rarement fumé, ou bien ne reçoit que des engrais organiques généralement produits sur l'exploitation.

Ce n'est qu'en Annam, particulièrement dans le Centre et dans le Sud, que la culture a pris une réelle extension couvrant près de 60.000 ha.

On peut évaluer à la moitié, soit environ 30.000 ha, la surface susceptible de recevoir des engrais selon la formule 46 N, 80 P₂O₅, 75 K₂O ; soit au total :

1.200 t. de N,
2.400 t. de P₂O₅ (du phosphate mono ou bicalcique),
2.200 t. de K₂O,

ou en engrais :

6.000 t. de sulfate d'ammoniaque,
6.000 t. de sulfate bicalcique,
4.500 t. de sulfate de potasse,

permettant d'espérer un accroissement de production de plus de 100.000 t. de manioc.

CANNE A SUCRE :

C'est une culture dont la fumure est indispensable si l'on veut obtenir des rendements élevés et une richesse saccharine intéressante.

Environ 30.000 ha de canne sont susceptibles d'être fumés :

15.000 ha en Annam avec la formule minimum (60 N, 40 P₂O₅ (bicalcique) et 50 K₂O sulfate de potasse).

15.000 ha en Cochinchine avec une formule un peu différente : 50 N, 90 P₂O₅ (phosphate naturel) et 50 K₂O (sulfate de potasse, sauf dans les sols riches en potasse).

soit au total :

1.600 t. de N,
2.000 t. de P₂O₅,
1.000 t. de K₂O,

au calculé en engrais :

8.000 t. de sulfate d'ammoniaque,
6.000 t. de phosphate naturel à 20 %,
2.000 t. de phosphate bicalcique,
2.000 t. de sulfate de potasse,

permettant d'escompter un accroissement total de production de 49.000 t. de sucre et d'une quantité non négligeable de mélasse.

TABAC :

La culture riche et soignée du tabac est propice à l'emploi des engrais. Afin de conserver au tabac ses qualités de finesse et de combustibilité, sa fumure ne doit jamais être surabondante ; sur environ 15.000 ha répartis dans l'ensemble de la Fédération, la formule indiquée : 20 N, 50 K₂O exige le placement de 300 t. de N et 750 t. de K₂O soit :

1.500 t. de sulfate d'ammoniaque ou même mieux de nitrate d'ammoniaque,

1.500 t. de sulfate de potasse,

permettant un accroissement de rendement de 15.000 t. de feuilles sèches.

CULTURES MARAÎCHÈRES :

Les cultures maraîchères à gros rendements, très rémunératrices, peuvent très aisément supporter la charge d'engrais à action rapide. Il est difficile de chiffrer la superficie couverte en légumes et cultures potagères diverses. On peut l'estimer à 4.000 ha auxquels est applicable la formule : 60 N, 150 P₂O₅, 150 K₂O,

soit au total 240 t. de N, 600 t. de P₂O₅, 600 t. de K₂O.

ou, calculé en engrais :

1.200 t. de sulfate d'ammoniaque,

1.600 t. de phosphate bicalcique,

1.200 t. de sulfate de potasse.

Il serait vain d'estimer l'accroissement de production que l'on pourrait escompter d'une telle fumure, les rendements, en culture maraîchère, étant insignifiants et la production impraticable sans engrais. Les engrais proposés permettraient de remplacer des engrais organiques souvent volumineux et pesants à transporter, difficiles à rassembler dans les zones maraîchères.

HÉVÉA :

La fumure en terres grises est déjà pratiquée. Elle peut s'appliquer à 60.000 ha environ suivant la formule : 30 N, 55 à 60 P₂O₅, 30 K₂O.

En terres rouges nous avons déjà dit que l'emploi des engrais n'est pas répandu, mais on peut estimer qu'il se généralisera rapidement lorsque les clones hauts producteurs auront totalement remplacé les hévéas tout venants.

Sur 70.000 ha de terres rouges c'est la formule : 30 N, 75 P₂O₅, 75 K₂O qu'il conviendra d'appliquer soit :

Nature des terres	Eléments fertilisants			Engrais			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Sulfate d'ammoniaque	Phosphate bicalcique	Chlorure de potasse	Sulfate de potasse
Terres grises	1.800 t.	2.300 t.	4.500 t.	9.000 t.	6.000 t.	9.000 t.	10.000 t.
Terres rouges	2.100 t.	5.200 t.	5.200 t.	5.500 t. ou 10.500 t. de phosphate d'ammoniaque	13.000 t.		

Là encore on ne peut parler d'accroissement de production, la fumure étant déjà pratiquée en partie en terres grises et étant indispensable avec l'emploi des nouveaux clones en terres rouges.

THÉIER :

Sur 17.000 ha de théiers que compte l'Indochine on peut estimer à 10.000 ha, au grand maximum, la superficie susceptible d'être fumée dans les conditions actuelles, soit :

6.500 ha terres pauvres (Phu-Tho 6.000, Haut-Donnaï 500 ha).

3.500 ha terres plus riches (Hauts plateaux, Darlac Pleiku Kontum) 1.850 ha ; divers 1.850 ha.

En appliquant les formules indiquées précédemment on obtient les tonnages suivants :

Nature des terres	Eléments fertilisants			Engrais		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Sulfate d'ammoniaque	Phosphate bicalcique	Chlorure de potasse
Terres pauvres	260 t.	250 t.	490 t.	1.300 t.	650 t.	975 t.
Terres riches	125 t.	125 t.	65 t.	635 t.	350 t.	175 t.
	<u>385 t.</u>	<u>375 t.</u>	<u>555 t.</u>	<u>1.935 t.</u>	<u>1.000 t.</u>	<u>1.150 t.</u>

Dans les terres pauvres la fumure indiquée permet de maintenir la production actuelle.

Dans les terres riches, elle permet l'obtention d'un accroissement annuel de récolte de 575 t. de feuilles fraîches ou 140 t. de feuilles sèches.

CAFÉIER :

Les plantations de caféiers du Tonkin ne paraissent plus devoir être en état de supporter la charge d'une fumure minérale. Le cheptel est complètement anéanti ou dispersé, d'où absence totale de fumier de ferme. La remise en état de ces plantations paraît être difficilement réalisable.

On ne peut espérer le placement d'engrais chimiques que sur un total de 8.000 ha soit :

4.500 ha de terres riches (1.500 ha N. Annam, 1.500 ha Darlac, 1.500 ha Bolovens).

3.500 ha de terres pauvres (2.200 ha Pleiku, Haut Donnaï ; 1.300 ha Cochinchine), soit en appliquant les formules indiquées précédemment.

Nature des terres	Eléments fertilisants			Engrais			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cyanamide	Phosphate bicalcique	Phosphate naturel	Sulfate de potasse
Terres pauvres	105 t.	175 t.	260 t.	525 t.		875 t.	520 t.
Terres riches	90 t.	180 t.	100 t.	450 t.	450 t.		200 t.
	195 t.	355 t.	360 t.	975 t.	450 t.	875 t.	720 t.

Il est difficile d'évaluer l'accroissement de production en café dû à la fumure, celle-ci évitant surtout un fléchissement de la production.

ARBORICULTURE FRUITIÈRE :

Il est difficile d'évaluer à quelle superficie pourrait être appliquée une fumure minérale rationnelle, mais il est certain qu'une propagande intelligente et active permettrait facilement le placement d'engrais chez les arboriculteurs et même chez les particuliers possesseurs de quelques arbres fruitiers.

Les cultures fruitières occupent approximativement 20.000 ha en Indochine. Il n'est pas défendu de penser que 5.000 ha peuvent être heureusement fumés, exigeant l'emploi de 200 t. de N, 300 t. de P₂O₅, 500 t. de K₂O soit :

- 1.000 t. de sulfate d'ammoniaque,
- 1.500 t. de phosphates naturels,
- 1.000 t. de sulfate de potasse.

COCOTERAIES :

Sur 27.000 ha de cocoteraies, 20.000 du sud-Annam et de Cochinchine profiteraient d'une fumure binaire exigeant : 900 t. de P₂O₅ et 1.800 t. de K₂O, soit :

- 2.400 t. de phosphate bicalcique.
- 3.600 t. de sulfate de potasse.

Une telle fumure permettrait l'obtention d'un excédent de récolte de 6.500 t. de coprah (équivalent à environ 3.800 t. d'huile de coco).

* * *

Les renseignements fournis pour chaque culture ont été réunis dans un tableau d'ensemble permettant de juger de la possibilité considérable de placement des engrais en Indochine et des résultats à en espérer.

Afin de rendre plus éloquents ces chiffres nous avons, d'une part, estimé à leur cours de 1939 la valeur des accroissements de rendements escomptables, et d'autre part, la valeur à cette même époque des matières fertilisantes envisagées.

Valeur des accroissements de rendement escomptable

Environ 97.000.000 de piastres pour les produits rendus aux ports d'embarquement.

Les frais de transport et de manutention pouvaient être évalués, à l'époque, à environ 7\$ la tonne métrique soit 10.000.000 de piastres pour les 1.350.000 t. de produits excédentaires. La valeur de l'excédent de production s'établit, pris à la propriété, à environ 87.000.000 de piastres. Soulignons que nous n'avons pas évalué pour le café, le caoutchouc et en partie pour le thé, la baisse de production qui se produirait en l'absence d'engrais. Pour les légumes et les fruits les engrais chimiques remplaceraient surtout des engrais organiques. A un excédent minime de production ne correspondrait qu'un minime surplus de dépenses.

Valeur des engrais proposés

Toujours aux cours 1939, la dépense résultante aurait atteint 67.000.000 de piastres pour des engrais livrés magasin Saïgon, Haïphong, Tourane. En ajoutant les frais de transport et d'épandage évalués également à 7\$ la tonne, soit pour 886.000 t. d'engrais à 6 à 7.000.000 de piastres, on peut estimer que les engrais rendus chez les cultivateurs reviendraient à environ 74 millions de piastres.

Possibilités de plac

				Tonnages d'éléments fertilisants à app				
				Superficies totales (ha)	Superficies aptes à bénéficier de l'emploi des engrais (ha)	N	P ₂ O ₅	K
Riz	{	Tonkin	1	1.500.000	1.000.000	30.000	30.000	13.
		Annam	2	1.000.000	500.000	15.000	15.000	6.
		Cochinchine	3	2.250.000	1.000.000	7.000	34.000	5.
		Cambodge	4	900.000	300.000	9.000	10.000	1.
Maïs	:	Tonkin-Annam	5	300.000	60.000	2.400		
Canne à sucre	:	Tonkin et Cochinchine	6	35.000	30.000	1.600	2.000	1.
Manioc	:	Annam	7	60.000	30.000	1.200	2.400	2.
Tabac	:	Tonkin-Annam, Cochinchine	8	20.000	15.000	360		
Cultures maraîchères			9	4.000	4.000	240	600	
Hévéa	{	Terres grises	10	60.000	60.000	1.800	3.500	1.
		Terres rouges	11	70.000	70.000	2.100	5.200	5.
Théier			12	17.000	10.000	385	375	
Caféier			13	10.000	8.000	195	355	
Cocotier			14	27.000	20.000		900	1.
Arboriculture fruitière			15	20.000	5.00	200	300	
Soit			16	6.273.000	3.112.000	64.420	104.630	10.
Céréales			17			56.400	89.000	25.
Cultures annuelles riches			18			3.340	5.000	4.
Cultures pérennes			19			4.680	10.630	10.
Valeur 1939 {								

De la comparaison de ces deux chiffres : 87.000.000 de piastres d'une part et 74.000.000 de l'autre, on peut tirer les conclusions suivantes :

L'emploi des engrais semble payant : bénéfice annuel 13 millions de piastres. L'intensification de la production en résultant serait considérable, elle atteindrait, en tonnage, 15 % de la production de 1939 d'où :

- une amélioration du problème alimentaire et des conditions de vie de la masse rurale,
- des débouchés nouveaux à la main-d'œuvre locale dans les industries chimiques,
- une importation non négligeable de devises du fait de l'accroissement des exportations, surtout de céréales, les engrais les plus importants (azote, phosphates naturels) devant être d'origine locale.

Mais la marge bénéficiaire, telle qu'elle apparaît en année normale (1939), n'est pas suffisante ; sensible pour une exploitation commercialement conduite, elle paraît minime et insoupçonnable pour une exploitation paysanne vivant au jour le jour. Ceci est d'autant plus vrai que les variations annuelles de rendement, atteignant et dépassant facilement en agriculture 20 % de part et d'autre de la normale, masquent souvent l'accroissement réel de récolte dû à l'emploi des engrais.

engrais en Indochine

Tonnages d'engrais à apporter et forme d'emploi de ces engrais							Supplément de récolte escompté	
Engrais ammonia- x à 20 % de N (l'excepti- on de la cyanamide calcique)	Cyanamide calcique	Phosphates naturels 20 %	Phosphate bicalcique ou équivalent	Phosphate d'ammoniaque ou équivalent	Chlorure de potasse	Sulfate de potasse	Tonnage	Valeur (1939) en \$ I. C.
100.000	50.000	150.000	5.000 pépinières		26.000		Paddy	400.000 22.560.000
50.000	25.000	75.000			12.000			200.000 11.280.000
20.000	15.000	170.000			10.000			400.000 22.560.000
6.000	4.000	50.000			3.000			150.000 8.460.000
6.000	6.000							Maïs (grain) . . . 40.000 2.000.000
8.000		6.000			2.000	2.000		Sucre brut 40.000 11.408.000
6.000			6.000		4.500	4.500	Manioc	100.000 3.900.000
							Feuilles de tabac	
1.500					1.500	1.500	séchées	15.000 14.000.000
1.200			1.600		1.200	1.200	Thé (F. sèches).	140 100.000
9.000			9.000		3.600		Coprah	6.500 848.000
				10.500		10.500		
1.925			1.000		1.150		Total	97.116.000
	1.200	875	450			720		
			2.400			3.600		
1.000		1.500				1.000		
210.625	101.625	456.500	27.450	10.500	55.750	25.020		
132.000	100.000	445.000	5.000		51.000			
16.700		6.000	9.600			9.200		
11.925	1.200	5.375	12.850	10.500	14.750	15.820		
144,70	112,50	27	182	94	94	11.112		
416.900	11.385.000	12.325.500	3.495.000	987.000	5.240.000	2.802.500	Total	67.100.000

Conditions économiques de placement

Connaissant les accroissements de rendement escomptés pour les diverses formules et posant en principe que le prix de vente de l'engrais au cultivateur ne doit pas dépasser la moitié de la valeur de l'accroissement de récolte correspondant, on peut fixer, pour les différentes catégories de cultures, les limites supérieures que ne doivent pas dépasser les cours des engrais mis à la disposition du producteur :

CULTURE DES CÉRÉALES (*Maïs, Riz*).

	Prix maximum que ne doit pas dépasser le kg. d'élément actif de l'engrais	
	exprimé en kg. de paddy	exprimé en piastres 1939
<i>Nord Indochine</i> (Tonkin-Annam) :		
Kg. de N ammoniacal.....	5 kg.	0,28
P ₂ O ₅ du phosphate naturel.....	2,5 kg.	0,14
K ₂ O du chlorure de potasse	1,5 kg.	0,09
<i>Sud Indochine</i> (Cochinchine-Cambodge) :		
Kg. de N ammoniacal.....	10 kg.	0,56
P ₂ O ₅ du phosphate naturel.....	5 kg.	0,28
P ₂ O ₅ du chlorure de potasse	3 kg.	0,17

Au Tonkin, jamais les engrais chimiques azotés et potassiques n'ont pu être économiquement employés. Par contre, à partir de 1936, les phosphates naturels furent payants. L'accroissement de la production des phosphates moulus date d'ailleurs de 1937.

En Cochinchine, les phosphates naturels ont presque toujours été bien payants, sauf durant la période de 1929 à 1934, pendant laquelle le cours des phosphates vendus à Saïgon (cours du Tonkin frêt) égalait ou même dépassait légèrement celui du paddy (5 kg. de paddy pour un kg. de P O₅).

Les engrais azotés n'ont jamais été largement payants en riziculture cochinchinoise; toutefois, les propriétés « revigorantes » du sulfate d'ammoniaque et le pouvoir crabicide de la cyanamide militaient en faveur de leur emploi ; leur diffusion s'accéléra à partir de 1937.

Peu d'engrais potassiques en rizières.

CULTURES ANNUELLES RICHES :

	Prix maximum que ne doit pas dépasser le kg. d'élément actif de l'engrais					
	Sucre		Tabac		Manioc	
	exprimé en kg. sucre blanc	exprimé en piastres 1939	exprimé en kg. feuilles sèches	exprimé en piastres 1939	exprimé en kg. de manioc	exprimé en piastres 1939
Kg. de N	9 kg.	2,56	25 kg.	20	40 kg.	1,56
Kg. de P ₂ O ₅	4 à 5 kg.	1,40			20 kg.	0,78
Kg. de K ₂ O	3 kg.	0,85	20 kg.	16	20 kg.	0,78

CULTURES PÉRENNES

Pour ces cultures les prix des éléments fertilisants peuvent être relativement élevés ; il est difficile d'en préciser les limites supérieures, la fumure étant surtout, nous l'avons dit, la condition essentielle d'une production régulière.

On peut donc, *en résumé*, affirmer que les engrais minéraux peuvent être largement diffusés lorsque dans le Nord Indochinois :

100 kg. sulfate d'ammoniaque	}	vaudront moins que 100 kg. de paddy	
ou 100 kg. cyanamide			
100 kg. phosphates naturels à 20 %	—	50 kg.	—
100 kg. chlorure de potasse	}	— 75 kg. —	
ou 100 kg. sulfate de potasse			

Dans le Sud-Indochinois :

100 kg. sulfate d'ammoniaque	}	vaudront moins que 200 kg. de paddy (11,20 \$ 1939)		
ou 100 kg. cyanamide				
100 kg. phosphates naturels à 20 %	—	100 kg.	—	(5,60 \$ 1939)
100 kg. chl. ou sulfate potasse	—	150 kg.	—	(8,40 \$ 1939)

Ces conditions étant remplies, les engrais minéraux peuvent être économiquement utilisés dans toutes les spéculations végétales.

Peut-on espérer pouvoir livrer au producteur des engrais à si bas prix ?

C'est là un problème industriel hors de notre compétence ; nous donnerons seulement quelques précisions qui nous semblent essentielles :

Engrais azotés

Sulfate d'ammoniaque. — L'ammoniaque peut être obtenue par catalyse à partir de N et H préparés dans des couples de gazogènes à anthracite, fonctionnant alternativement comme producteurs de gaz à l'air puis comme producteurs de gaz à l'eau ; d'où nécessité d'installer cette industrie de synthèse au Tonkin au voisinage des mines d'anthracite.

En présence de gaz carbonique, l'ammoniaque donne du carbonate neutre d'ammonium qui peut être transformé en sulfate d'ammoniaque par action sur du sulfate de chaux. Des gisements puissants de gypse existent dans la région de Savannaket. Après extraction, le minerai devrait être transporté par voie ferrée et bateau vers Haïphong.

250.000 t. de gypse seraient à transporter pour la production de 200.000 t. de sulfate d'ammoniaque.

Cyanamide calcique. — Préparation par voie électrolytique en passant par le stade carbure de calcium.

Utilisation du courant fourni soit par les chutes du Danhim, soit par une centrale thermique importante installée au Tonkin.

Engrais phosphatés

Les besoins en phosphates naturels sont énormes ; on peut estimer que les gisements considérables d'apatite existant près de Laokay permettraient la production de ces phosphates naturels ; l'emploi de moyens puissants de broyage, installés soit à Laokay, soit à Haïphong de préférence, rendrait superflue la transformation en superphosphates de ces engrais phosphatés riches.

On peut envisager la fabrication à Haïphong de basiphosphates dont l'emploi ne peut être qu'extrêmement avantageux dans des terres indochinoises.

Par contre, les phosphates bicalciques devront être importés.

Engrais potassiques

A importer en totalité, chlorure comme sulfate.

CONCLUSIONS

Au cours de cette étude nous avons montré qu'en l'état actuel de nos connaissances en agriculture indochinoise, il était possible d'accroître très sérieusement la production par l'emploi d'engrais minéraux, suivant des formules appropriées. La majorité de ces engrais peuvent être fabriqués localement.

Les limites supérieures de prix de vente aux producteurs, et par conséquent des prix de revient, ont été déterminées.

Par des recherches poursuivies parallèlement sur les exigences des cultures indochinoises et sur la valeur agrolologique des terres à vocation agricole, recherches tenant compte des données les plus récentes de la chimie du sol et de la physiologie végétale, il sera possible de préciser davantage les formules de fumure à adopter.

Un pas de plus pourra enfin être fait en adoptant des méthodes de culture intensive, en particulier pour les céréales. Des essais en pots préalables, puis une mise en application sur des domaines rationnellement exploités permettraient des accroissements de rendement considérables. Ils ne seront possibles, après aménagements parfaits des sols cultivés, que par l'emploi simultané de plantes à haut rendement et d'engrais à forte concentration et le maintien jaloux d'un cheptel suffisant pour la production du fumier de ferme.

C'est de ce stade qu'approchent les plantations d'hévéas ; toutes les cultures annuelles ou pérennes doivent y tendre.

