CIRAD

# Rapport de mission

## Projet Phosphate Chine
## Mission au Yunnan
## du 29/11 au 12/12/1193

22 Décembre 1993
Michel Fok A.C.
Truong Binh

# Rapport de mission

## Projet Phosphate Chine
## Mission au Yunnan
## du 29/11 au 12/12/1193

22 Décembre 1993
Michel Fok A.C.
Truong Binh

## Remerciements

La présente mission a pu être effectuée grâce au concours financier du Ministère des Affaires Étrangères. Ce Ministère a apporté un soutien à la réalisation du Projet Phosphates Chine dès son initiation en 1988 et a depuis étendu son aide à d'autres actions développées par le CIRAD en Chine. Que les interlocuteurs de ce Ministère attentifs à nos actions trouvent ici l'expression de notre sincère gratitude. La disponibilité de l'un d'entre eux, M. Gurgand, pour assister aux réunions organisées et nous faire profiter de ses conseils et de son expérience, a été un gage de la réussite d'ensemble de la mission.

Les objectifs assignés à cette mission n'auraient pu être atteints sans la disponibilité de nos partenaires chinois, au premier rang desquels il convient de mentionner les divers responsables de la Commission Provinciale du Yunnan pour les Sciences et Technologies. Qu'ils soient assurés de notre profonde reconnaissance.

## Objet de la mission & avertissement

La mission a été spécifiquement initiée pour organiser d'une part la Journée d'Étude sur les engrais phosphatés et d'autre part la réunion de concertation avec le Yunnan sur la coopération avec le CIRAD. La première est destinée entre autres à présenter le rapport final conjoint sur l'expérimentation agronomique des Phosphates Partiellement Solubilisés (PSP). La deuxième vise à faire le point sur l'état des projets de coopération en cours au Yunnan et sur les perspectives de coopération élargie.

Le présent rapport se limite à introduire les éléments relatifs aux engrais PSP. La réunion de concertation avec la Yunnan Province Science & Technology Commission (YPS&TC) ainsi que les contacts noués avant et après sa tenue feront l'objet d'un rapport séparé co-signé par les 4 membres du CIRAD présents alors. Il sera simplement évoqué les grandes lignes des perspectives d'extension de coopération proposées au CIRAD par le Yunnan.

## Emploi du temps

| | |
|---|---|
| 27/11 | Montpellier - Paris - Hong Kong |
| 28/11 | Arrivée à Hong Kong, départ pour KunMing (Yunnan) |
| 29/11 | Discussion avec YRICI sur l'organisation de la Journée d'Étude sur les engrais phosphatés<br><br>Discussion avec la YPS&T Commission sur l'organisation de la réunion de concertation avec le CIRAD. |
| 30/11 | Examen, discussion et traduction en français des documents soumis à discussion à la Journée d'étude sur les engrais |
| 01/12 | Visite à l'Académie des Sciences Agricoles du Yunnan<br>Visite au Yunnan Provincial Flavors & Fragrances Research & Development Centre<br>Visite au Yunnan Science of Science Research Institute<br>Suite traduction des documents chinois en français |
| 02/12 | Visite au Yunnan Academy of Forestry Sciences<br>Visite au Yunnan Animal Husbandry and Veterinary Science Research Institute<br>Fin traduction des documents chinois |
| 03/12 | Visite au Yunnan Grain Food & Oil Science Research Institute<br>Visite au Research Institute of Rubber products of Yunnan Province |
| 04/12 | Réunion de finalisation de l'organisation de la réunion de concertation entre YPS&TC et le CIRAD |
| 06/12 | Réunion de concertation YPS&TC et le CIRAD |
| 07/12 | Journée d'étude sur les engrais phosphatés |
| 08/12 | Réunion avec des représentants industriels sur l'application de la technologie PSP au Yunnan<br><br>Visite de l'usine d'engrais compactés en cours de construction (contrat obtenu par un Consortium français comprenant Technifert S.A.) |
| 09/12 | Départ pour XiShuangBanNa |
| 10/12 | Visite et discussion avec le Tropical Crops Research Institute of Yunnan |
| 11/12 | Visite du Tropical Garden et retour à KunMing |
| 12/12 | Départ de KunMing pour Hong Kong |
| 14/12 | Départ pour Paris |

## Sigles

| | |
|---|---|
| CIRAD/IRAT | Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Institut de Recherche Agronomique Tropicale et des Cultures Tropicales, devenu depuis 1992 Département des Cultures Annuelles (CIRAD-CA) |
| YPS&TC | Commission Provinciale pour les Sciences et Technologie du Yunnan |
| YRICI | Institut de Recherche en Chimie Industrielle du Yunnan |
| HK | Phosphate naturel en provenance de Haikou, Province du Yunnan |
| K | Phosphate naturel en provenance de KunYang, Province du Yunnan |
| J | Phosphate naturel en provenance de Jinning, Province du Yunnan |
| PR | Phosphate naturel (Phosphorous Rock) |
| PSP | Phosphate Partiellement Solubilisé (Partially Solubilised Phosphate) |
| PSP-SP 45 | PSP fabriqué à partir d'une solubilisation partielle avec un mélange d'acides sulfurique et phosphorique, dont la quantité est égale à 45% de celle nécessaire pour réaliser une solubilisation totale. |
| PSP-SP 60 | PSP fabriqué comme précédemment, mais avec une quantité d'acide correspondant à 60% de la quantité nécessaire pour une solubilisation totale. |
| PSP-SP 75 | PSP similaire au précédent mais avec une quantité plus importante d'acide |
| PSP-C-1 | PSP fabriqué en ajoutant du MAP à l'acide sulfurique dont la quantité est égale à 30% de la quantité nécessaire pour réaliser une solubilisation totale. |
| MAP | Mono Ammonium Phosphate |
| CMP | Calcium Magnésium Phosphate |
| SSP | Super Phosphate |
| TSP | Triple Super Phosphate |

## Résumé

La Journée d'Étude sur les engrais phosphatés a été l'occasion de soumettre à la discussion le rapport final conjoint relatif à l'expérimentation des Phosphates Partiellement Solubilisés (PSP) établi par le Yunnan Research Institute of Chemical Industry (YRICI) et le CIRAD-CA. Ce rapport a constitué le premier document que le CIRAD réalise en Chine avec un partenaire local.

L'expérimentation sur 3 ans a permis de constater la bonne efficacité agronomique des PSP, à égalité avec le Super Phosphate (SSP) servant de témoin. Elle a conduit par ailleurs les partenaires chinois à s'interroger sur le bien fondé de s'appuyer sur le seul critère de teneur en $P_2O_5$ assimilable pour prononcer la validité d'un engrais phosphaté. Si cette remise en cause d'un critère actuellement en vigueur en Chine devient effective, cela peut aider la Chine a limiter le gaspillage dans l'utilisation des engrais phosphatés, en réduisant par ailleurs les risques de pollution des nappes phréatiques.

La confirmation de l'efficacité agronomique des PSP signifie aussi la faisabilité technique de valoriser les phosphates naturels de moyenne à faible qualité. Cela ouvre des perspectives d'une valorisation plus poussée et plus rationnelle des réserves en phosphate de la Province du Yunnan en particulier et de la Chine en général. C'est dans cette optique que la YPS&TC se dispose à promouvoir l'application industrielle de la technologie PSP et se déclare prête à participer au financement d'une étude de faisabilité auprès des unités industrielles qui le désireraient. La réunion avec les représentants industriels laissent supposer qu'une telle phase industrielle peut voir prochainement le jour.

La réunion de concertation sur la coopération du CIRAD au Yunnan, impliquant à ce jour le CIRAD-CA seulement, a fait le constat de l'excellence de la qualité des relations. Elle a permis d'enregistrer les sollicitations de la partie chinoise en matière de coopération dans les domaines des fruits tropicaux, de la vanille, de l'hévéa, de la conservation et de la transformation des produits agricoles, du maïs et de la canne à sucre. Plus globalement cependant, l'adaptation à la spécificité des "sols rouges" (avec notamment le problème de la rétention en eau et la capacité de tolérance à la sécheresse) a fait l'objet d'une demande constante. De telles sollicitations laissent penser que plusieurs départements du CIRAD pourraient se faire valoir dans cette province. Il est indéniable que le CIRAD est désormais bien connu au Yunnan, "petite Chine" de par sa diversité écologique, et jouit ainsi d'une position privilégiée.



Mots clés : Chine, Yunnan, Phosphates, PSP, coopération, maïs, canne à sucre, fruits, hévéa, vanille

La mise en œuvre du Projet d'expérimentation des engrais PSP au Yunnan (dénommé ci-après Projet PSP), en parallèle à celui initié avec l'Institute of Soil Science Academia Sinica de Nankin, a démarré effectivement en 1990, avec la signature d'un protocole d'accord en juin de cette année. Ce protocole associait le CIRAD-CA, alors CIRAD-IRAT, et le Yunnan Research Institute of Chemical Industry (YRICI). Ce dernier relève du Département de l'Industrie Chimique et de l'Industrie Pétrolière du Yunnan mais bénéficiait pour ce Projet d'une contribution financière de la Commission Provinciale pour les Sciences et Technologies.

Depuis cette date, la réalisation du projet s'est concrétisée par de nombreux échanges, d'une part des missions fréquentes par les agents du CIRAD-CA (M. Truong Binh ou Michel Fok A.C.), d'autre part la formation en France d'un agent de l'YRICI (1992) et la visite d'une délégation du Yunnan pour cerner la pré-faisabilité de l'application industrielle de la technologie permettant la fabrication des PSP (1991).

En marge de la réalisation du Projet relatif aux PSP, mais à la faveur de cette dernière, les contacts fréquents avec la Commission Provinciale pour les Sciences et Technologies (YPS&TC) ont permis de promouvoir l'extension au Yunnan du Projet Riz d'altitude, et de favoriser les échanges en faveur d'autres sujets de coopération scientifique. C'est dans ce cadre qu'une délégation dirigée par M. Liu Shi Song, Directeur Adjoint de la Commission[1] sus-mentionnée, a pu être reçue au CIRAD en Septembre 1991.

Le protocole d'accord signé en Juin 1990 prévoyait la rédaction conjointe d'un document de synthèse à la suite de l'expérimentation agronomique :c'est une fois amendés par les instances compétentes du côté chinois que les résultats peuvent être exploités par les parties concernées, par exemple à fin de publication.

La préparation du document de synthèse est initiée dès la fin de la première année de la coopération, à la suite des résultats de la première campagne d'expérimentation tendant à confirmer l'hypothèse initiale de l'efficacité des PSP. L'interprétation de ces premiers résultats a fait l'objet d'une première version de rapport rédigée par Michel Fok A.C. en septembre 1991. Cette version discutée avec la partie chinoise a donné lieu en Février 1992 à un rapport conjoint intermédiaire sur la première campagne . La rédaction de ce rapport intermédiaire a facilité la rédaction du rapport final confiée à la partie chinoise, puisqu'elle a servi de canevas pour la synthèse des 3 campagnes d'expérimentation agronomique.

---

1 Le Gouvernement Provincial du Yunnan compte 5 commissions à rang ministériel. La Commission qui nous intéresse ici est dirigée par un Directeur assisté de 5 adjoints.

La synthèse sur l'expérimentation des PSP a donc correspondu à une démarche précisée dès l'accord de coopération. Compte tenu de l'intérêt de faire connaître les compétences françaises dans le domaine des engrais, il a été jugé utile de restituer les résultats de la coopération scientifique dans le cadre d'une Journée d'Étude sur les engrais phosphatés, à laquelle il est prévu d'associer les acteurs du Yunnan concernés par la production ou l'utilisation des engrais, ainsi que des industriels français du secteur des engrais.

L'enjeu de la Journée d'Étude est donc double, d'une part pour parachever une coopération exemplaire dans son déroulement et d'autre part pour disposer d'une caisse de résonance à la diffusion des résultats acquis. Même si les compétences françaises dans le domaine des engrais est maintenant reconnue[2] au Yunnan, une telle résonance reste utile pour la promotion spécifique de la technologie relative aux PSP. L'importance de l'enjeu justifie alors le déplacement pour s'assurer des conditions de déroulement de la Journée d'Étude. C'est à ce titre que Michel Fok a été appelé à précéder les autres participants français à la Journée.

Dans le présent rapport, nous nous limiterons à donner les indications sur l'organisation de la Journée d'Étude, les points saillants du rapport de synthèse et sur les perspectives d'application industrielle de la technologie du PSP. Pour permettre aux lecteurs d'avoir une idée du contenu du rapport final du Projet, nous avons regroupé en annexe les traductions en français des textes les plus importants présentés lors de Journée d'Étude.

Michel Fok a été chargé également de l'organisation d'une réunion de concertation en faveur de l'extension des interventions du CIRAD au Yunnan. Il sera évoqué brièvement les éléments saillants de cette réunion et des contacts noués à cette occasion.

## 1. Organisation de la Journée d'Étude

Maintenant que la réunion s'est déroulée, et globalement dans de très bonnes conditions, les éléments évoqués ci-après pourraient sembler n'avoir qu'une valeur anecdotique. Cependant, s'agissant d'une première expérience d'organisation conjointe d'une réunion en Chine sans recourir à des organismes spécialisés, leçon utile peut en être tirée pour l'avenir.

---

2 Technifert S.A. , partenaire du CIRAD dans la technologie PSP a décroché un premier contrat d'usine d'engrais compacté en 1991, vient d'obtenir un deuxième contrat et les pourparlers pour d'autres contrats sont en cours.

Le facteur le plus apparent de la satisfaction que l'on peut retirer de la Journée d'Étude est sans conteste le bilinguisme français et chinois dans les exposés et discussions. Le CIRAD a insisté sur le recours au français s'agissant d'une réunion conjointe, mais y parvenir dans une province si éloignée de la Capitale est une performance qui mérite d'être soulignée, même si les Ciradiens sinophones ont dû contribuer dans la traduction.

L'autre facteur de satisfaction concerne la participation des instances du Yunnan impliquées dans l'utilisation et la production des engrais phosphatés. Les textes présentés par ces instances sont insérés en annexe et comportent des éléments d'information intéressants. En substance, il faut retenir la déclaration en faveur d'une utilisation plus rationnelle des engrais, tenant compte des situations d'emploi (notamment la grande capacité de fixation inhérente aux "sols rouges" nécessitant la recherche de solution pour améliorer le taux d'utilisation des éléments apportés) et des types d'engrais phosphatés utilisés. Par ailleurs, l'intérêt explicitement exprimé pour les PSP par le Département de l'industrie chimique et de l'industrie pétrolière est à retenir.

La participation effective de représentants d'usines de production d'engrais phosphatés permet d'indiquer que le but de diffusion des résultats a été atteint. Plusieurs de ces représentants ont poursuivi les discussions au lendemain de la Journée d'étude pour cerner la faisabilité de l'application industrielle de la technologie PSP. Enfin, la présence d'un journaliste de la presse scientifique du Yunnan et la couverture par la télévision provinciale ont donné la résonance souhaitée.

Ce sont les préparatifs divers, les petits détails, avant la réunion proprement dite, qui ont contribué au succès de la Journée. Et à ce propos, il est intéressant de noter comment ces préparatifs ont été réalisés, ce qui donne des indications sur la manière dont il faudrait travailler avec les chinois.

Au cours de la semaine précédant la Journée d'étude, le représentant du CIRAD était sollicité seulement par le YRICI pour donner son avis, ou amender les décisions prises antérieurement. Il n'avait pas à s'impliquer dans l'exécution des tâches retenues (sauf pour la traduction des documents chinois en français[3]). C'est au jour de la réunion qu'il découvre que les tâches retenues étaient réalisées conformément aux décisions. Cela change évidemment des autres contextes où il faut souvent être à la fois au four et au moulin.

C'est sans doute le résultat d'une institution où le personnel n'est pas restreint, le signe d'une institution rompue aux réunions, mais c'est aussi l'illustration de l'appropriation effective par les chinois du Projet.

La préparation de la Journée d'Étude a été l'occasion de voir comment fonctionne de l'intérieur une institution chinoise, où les discussions sont fréquentes et où la participation de tout un chacun semble devenir de plus en plus effective et où le chef ne se pose pas pour avoir toujours raison. C'est soit la perception d'un changement en marche soit le résultat de la familiarité développée après 3 années de relation amenant les interlocuteurs chinois à débattre sans retenue devant un étranger qui ne l'est plus.

Cette expérience contribue à nourrir la conviction qu'il ne faut pas se ménager à discuter avec les chinois pour avoir la garantie des résultats en fin de compte. Certaines imperfections notées dans l'organisation de la Journée d'Étude semblent à cet égard relever en partie d'une concertation insuffisante au préalable, même si le souci de l'économie a joué aussi des tours.

Le regret le plus fort concerne en effet la perfectibilité de la traduction de deux textes de la synthèse[4] présentée à la Journée d'Étude. Lorsqu'on s'en rendit compte, les textes étaient communiqués déjà à l'édition pour la sortie sous forme d'un ouvrage relié, il n'était plus possible d'y apporter les corrections nécessaires.

---

3 Le souci d'éviter des traductions approximatives par des non spécialistes des engrais phosphatés, et de disposer à temps des documents traduits et dactylographiés a conduit l'auteur à se charger de la traduction de 4 documents. Nous reviendrons sur le problème de la qualité des traductions.

4 Ce rapport final comporte en fait une synthèse des résultats des travaux engagés dans le cadre du Projet, le rapport sur l'expérimentation agronomique, le rapport sur une expérimentation au laboratoire pour suivre la fixation du phosphore libéré par les engrais, et le rapport de stage de formation effectué par un membre de l'YRICI. Le premier et le dernier document de ce rapport final ont fait l'objet d'une traduction exhaustive en anglais, mais dont la qualité est très améliorable. Les 2 autres documents ont fait l'objet d'un résumé en anglais très très court et dont on a décidé de la traduction in extenso en français.

Bien que le CIRAD ait exprimé le désir d'amender les textes avant l'édition, ce désir ne fut donc pas respecté dans les faits. Sans doute le CIRAD a-t-il pêché par insuffisance d'insistance, mais plus fondamentalement, il est probable que le souci d'économie a conduit le partenaire chinois d'une part à confier la traduction à des traducteurs de second rang et d'autre part à commander l'édition auprès d'une entreprise insuffisamment spécialisée. L'avantage prix a eu la contrepartie d'une plus forte contrainte sur le délai amenant l'YRICI à court-circuiter l'amendement des textes par le CIRAD. A la décharge des partenaires chinois, il convient de noter que le niveau en anglais de la plupart des responsables chinois est en général si bas qu'ils peuvent difficilement apprécier la différence de qualité d'une traduction.

L'imperfection mentionnée a une incidence pratique. Si globalement, l'ouvrage édité est utilisable tel quel en Chine, le diffuser auprès des utilisateurs non sinophones ne serait pas possible, compte tenu des lacunes de la traduction. En pratique, une reprise de l'ouvrage, soit en anglais, soit en français, soit les deux à la fois, nous semble nécessaire pour une valorisation correcte d'une collaboration par ailleurs fructueuse. Cette diffusion nous semble amplement justifiée, car les résultats obtenus nous paraissent être les plus complets et les plus intéressants de tous les projets engagés pour expérimenter les engrais PSP.

## 2. Les éléments saillants du rapport final du Projet PSP

Le rapport final est disponible au CIRAD. Nous avons reproduit en annexe les conclusions relatives aux expérimentations agronomiques et à l'expérimentation en laboratoire pour suivre la dynamique du phosphore suivant les types d'engrais. Nous nous contentons dans ce chapitre d'insister sur les résultats les plus importants issus de ce projet de coopération.

En premier lieu, l'efficacité agronomique comparée du nouveau type d'engrais phosphaté PSP est confirmée en prenant pour témoin le Super Simple (SSP) largement employé en Chine. Les expérimentations au laboratoire conduites en marge des expérimentations au champ indiquent que ce résultat n'est pas dépendant du choix de l'engrais phosphaté totalement solubilisé que nous avons fait. Prendre le Super Triple (TSP) ou le DAP comme témoin n'aurait pas modifié ce résultat. Ce dernier obtenu plus spécifiquement au Yunnan est parfaitement corroboré par les expérimentations en d'autres provinces de la Chine.

L'évaluation de l'efficacité, en prenant pour base de comparaison la même quantité de $P_2O_5$ total apportée par les divers types d'engrais phosphatés expérimentés, a conduit à pénaliser les traitements à base de PSP en termes de teneur en $P_2O_5$ assimilable[5]. Or au niveau des rendements , il n'y a pas eu de différence. Ce résultat remet en cause la valeur du critère teneur en $P_2O_5$ assimilable pour apprécier la qualité d'un engrais phosphaté.

Ce critère relatif à la teneur en $P_2O_5$ assimilable est cependant actuellement en vigueur en Chine dans toutes les provinces. C'est en particulier la différence en cette teneur qui permet de classer les engrais phosphatés suivant différents grades, correspondant à des prix de vente différents. La remise en cause de ce critère n'est donc pas sans incidence au niveau de la production et de l'utilisation des engrais phosphatés, et elle a dépassé l'espérance des impacts que nous avions nourrie initialement pour ce projet.

Sur le plan agronomique, l'état de connaissance sur les phénomènes de fixation et de libération de l'élément phosphore dans les sols acides d'une part et les expérimentations conduites dans le cadre du projet d'autre part permettent de comprendre les résultats obtenus. En définitive, il ressort que c'est le phénomène de fixation plus accentué de l'élément phosphore apporté par les engrais phosphaté totalement solubilisés qui réduit plus fortement le taux d'utilisation de cet élément.

En d'autres termes, il y a un gaspillage très important de l'élément phosphore lorsqu'il est apporté par des engrais totalement solubilisés dans les sols acides, alors que cette solubilisation a été obtenue à coût élevé[6]. Cette explication rend pertinente la remise en cause des conditions d'utilisation des engrais phosphatés dont des responsables veulent prendre acte manifestement comme signalé plus haut. En termes de prospective de l'évolution du marché chinois pour les engrais phosphatés, le passage dans les faits de cette remise en cause devrait conduire à une révision à la baisse des besoins exprimés en unités $P_2O_5$ [7]. Par ailleurs, revenir sur un état de fait de gaspillage peut avoir un impact favorable sur l'environnement, puisqu'il devrait se traduire par une réduction de la pollution des nappes phréatiques.

---

5 Ces engrais se caractérisent en effet par une teneur moindre en $P_2O_5$ assimilable, du fait de la partialité de la solubilisation.

6 Les industries qui se sont lancées dans la production d'engrais phosphatés concentrés au Yunnan rencontrent des difficultés d'écoulement de leurs produits. Ce phénomène serait lié à un comportement des paysans consistant à rechercher la quantité maximale de produit pour un montant donné de dépense en engrais. Le prix de vente plus élevé des engrais phosphatés concentrés pénalisent alors ces derniers vis à vis des produits qui le sont moins. Cette logique de comportement confère alors un avantage aux PSP à concentration en $P_2O_5$ assimilable moindre.

7 Nous avons déjà eu l'occasion d'évoquer dans les rapports de missions antérieures la réserve qu'il faut émettre vis à vis des chiffres officiels des besoins pour les années à venir.

L'efficacité agronomique des PSP ne s'est pas vérifiée seulement dans les sols acides, mais également dans les sols légèrement alcalins, même si la moindre échelle d'expérimentation dans ce type de sol nous incite à rester plus prudent. Il s'agit d'un résultat original pour lequel des explications peuvent être avancées. Dans les sols alcalins, la fixation de l'élément phosphore est au contraire plus limitée, mais les PSP semblent être favorisés du fait des quantités non négligeables de calcium et de magnésium apportées en même temps. Il s'agit d'un résultat qui une fois encore a dépassé les espérances initiales, et qui a pour conséquence pratique un élargissement du marché potentiel pour les engrais PSP.

Sur le plan industriel, la confirmation de l'efficacité des PSP signifie avant tout la possibilité de valoriser des phosphates naturels de moyenne à faible qualité. Cela permet d'augmenter largement le taux d'exploitation potentielle d'une ressource naturelle :en recourant aux techniques de fabrication d'engrais classiques, l'exploitation actuelle concerne essentiellement les couches les plus riches des dépôts. Selon les discussions avec les représentants industriels, il s'agit là d'un résultat fondamental pour l'économie de la Province du Yunnan.

L'ensemble des résultats a été approuvé par la YPS&TC qui a insisté sur la qualité du déroulement du projet, sur l'importance des résultats auxquels l'on est parvenu. Cette satisfaction explique la volonté exprimée publiquement par cette Commission d'aider financièrement à la promotion industrielle de la technologie PSP, en indiquant la possibilité de financer des études de faisabilité auprès des unités industrielles[8] qui en feraient la demande.

## 3. Les perspectives d'application industrielle

En dehors de la possibilité de valoriser des phosphates naturels de moyenne à faible qualité qu'autorise la technologie PSP, cette dernière présente plusieurs avantages qui rendent attrayante son application au niveau industriel.

---

8 En matière de décision d'investissement ou de changement de technologie, les usines en sont les seuls maîtres et rien ne peut plus être imposé par les autorités politiques sans leur consentement.

En premier lieu, elle permet une économie en acide, ce qui signifie, pour une usine dont l'approvisionnement en acide est limitant, la possibilité d'augmenter la quantité de produit fini. Comme par ailleurs, cette réduction en acide consommé correspond aussi à une réduction de coût variable unitaire du produit fini, l'incidence économique globale est alors aisée à saisir.

En second lieu, et cela prend tout son sens dans le cas de la Chine, les investissements à consentir sont relativement limités, avec des équipements proches de ceux nécessaires à la fabrication du Super Simple. Le champ est alors largement ouvert pour envisager la conversion des unités existantes pour permettre la fabrication de PSP. Rien que dans la Province du Yunnan, il s'agit d'un marché potentiel de plusieurs dizaines d'unités.

C'est cette conversion qui semble le plus intéresser les représentants des usines de production réunis au lendemain de la Journée d'Étude.

Pour les trois usines[9] représentées, il ne s'agit pas du premier contact avec les français sur le thème des PSP. Le représentant de l'usine "9777" (usine visitée en 1992) a réitéré sa demande pour obtenir une proposition française pour la transformation de son usine. Satisfaction lui a été donnée avant le départ de Chine. Les informations demandées pour cerner les possibilités d'obtention d'un crédit français pour la réalisation de la transformation peuvent signifier une moindre capacité d'autofinancement de cette usine, mais peuvent traduire aussi un simple comportement opportuniste pour profiter de la présence d'un représentant du Ministère des Affaires Étrangères à la réunion.

La Compagnie des Phosphates est jusque-là essentiellement placée dans le domaine de l'exportation des phosphates naturels vers les autres provinces, après enrichissement ou pas. Elle se lance depuis quelques années dans la production d'engrais en reprenant des usines existantes ou en en établissant de nouvelles. Il est manifeste que cette Compagnie dispose de moyens financiers conséquents. Il est arrêté qu'un premier draft de proposition lui soit fait dans les mois à venir à partir duquel les discussions plus détaillées pourront s'engager.

---

9 Il s'agit de l'usine "9777" de MengZi au sud de la Province, de la Compagnie des Phosphates du Yunnan (auparavant établissement public mais devenu très autonome depuis quelques années, parvenant à passer en quelques années d'un capital d'immobilisation de 100 000 yuan à plus de 80 millions de yuan) et de l'usine de HaiKou.

L'usine de HaiKou semble avoir des liens étroits avec la Compagnie précédemment mentionnée, avec une analyse identique de la valorisation des phosphates du Yunnan. Il est probable que le draft proposé pour l'une pourrait servir également à poursuivre les contacts avec l'autre.

De manière globale, on peut retirer le sentiment que les discussions commencent à mieux se cadrer en faveur de l'application industrielle de la technologie PSP. Le CIRAD ne peut pas être indifférent à cette avancée compte tenu des ses implications dans la mise au point de la technologie et dans la promotion du produit. Il lui est autorisé d'attendre les dividendes des investissements antérieurs. Cela est cependant du ressort d'un autre domaine de compétence au sein du CIRAD.

## 4. La concertation pour l'extension de la coopération au Yunnan

Cette concertation fait l'objet d'un rapport séparé, l'on se limite ici à n'en souligner que les points saillants. On trouvera en annexe la reproduction du mémorandum établi à l'issue des discussions.

Le Yunnan bénéficie d'un financement PNUD d'un million de $ pour le développement de la production de la vanille. La rédaction des documents du projet est actuellement confiée à un expert britannique choisi par le PNUD. Bien que les techniques de production semblent être maîtrisées (en particulier pour ce qui concerne la fécondation et l'ombrage) le Yunnan admet sa faiblesse dans le domaine de la transformation (le "traitement" des gousses) et de la maîtrise de la filière. Il reconnaît la compétence du CIRAD dans ce domaine, aussi sollicite-t-il l'intervention de la partie française, soit dans le cadre du projet financé par le PNUD (si ce dernier ne pose pas trop de problème) soit en marge de ce projet en trouvant les moyens financiers nécessaires. La visite au XiShuangBanNa, zone de production de la vanille au Yunnan, conduit à penser que l'option de promouvoir la production est déjà prise. La requête peut entrer en contradiction avec le souci de sauvegarder les intérêts économiques de l'île de La Réunion. Mais stratégiquement, il n'est pas certain que cette sauvegarde serait mieux assurée en restant en dehors d'un processus de toute façon déjà lancé. D'ailleurs, la valorisation de la compétence disponible à La Réunion sur la vanille peut passer aussi par l'exploitation du know-how sous d'autres cieux, éventuellement avec des prises de participation, et non pas limitée à la seule production propre.

L'exploitation des potentialités en production fruitière, en compatibilité avec la sauvegarde du revenu des producteurs, passe selon les analyses développées par les chinois par des progrès dans les domaines de la conservation et de la transformation. Des progrès dans le domaine de la production, notamment pour la partie variétale pour fournir les produits répondant aux critères qualitatifs, restent cependant nécessaires. Le CIRAD est sollicité pour l'ensemble de ces aspects.

Le Yunnan produit le tiers de la production chinoise de caoutchouc, et se considère être naturellement favorisé par rapport à l'île de Hainan du fait de l'absence de cyclone. La couverture en plantation d'hévéa est déjà impressionnante au XiShuangBanNa. Les sollicitations exprimées concernent pour l'instant une coopération pour une meilleure connaissance du matériel végétal, mais il est permis de penser que les champs de coopération peuvent être beaucoup plus larges.

La nature de la majeure partie des sols cultivés, dits "sols rouges" à faible teneur en matière organique et fort sensible aux période de sécheresse, amène le Yunnan à rechercher une adaptation pour une meilleure valorisation de l'eau. Il a semblé plus pertinent de considérer ce problème par type de plante, par exemple le maïs ou la canne à sucre.

## 5 Conclusion

Il y a tout lieu d'être satisfait de l'exécution du Projet PSP tant pour le CIRAD que pour les autorités françaises qui l'ont soutenu.

Sur le plan scientifique et technique, les résultats obtenus ont atteint voire dépassé les espérances initiales. Ces résultats ont un impact économique direct (meilleure valorisation d'une ressource naturelle) ou indirect (meilleure rentabilité industrielle et réduction des charges pour les paysans utilisateurs des engrais phosphatés). La remise en cause des normes en vigueur en Chine pour l'appréciation de la validité d'un engrais phosphaté peut avoir une incidence sur la politique nationale de production des engrais phosphatés si elle passe dans les faits. La réduction du phénomène de gaspillage dans l'utilisation de ce type d'engrais a par ailleurs une incidence écologique en réduisant la pollution des nappes phréatiques.

L'exécution de ce Projet a permis au CIRAD de faire valoir ses compétences et son sérieux, ce qui a déjà favorisé l'extension de la coopération dans d'autres domaines, extension que la Province du Yunnan souhaite renforcer encore plus. Il est sans conteste que le CIRAD a acquis une position de partenaire privilégié dans le domaine de la recherche scientifique en coopération. S'agissant d'une des deux seules provinces chinoises dont les écologies se recoupent avec celles où intervient habituellement le CIRAD, c'est un résultat dont le CIRAD, et le CIRAD-CA en particulier, peut s'enorgueillir.

C'est certainement ce projet qui a permis à des industriels français du secteur des engrais de se faire connaître. La signature de deux contrats importants en à peine plus de 2 ans, comportant en particulier l'exportation de matériel français, est une performance à souligner dans un domaine où la concurrence internationale n'est pas ténue.

# Panorama de l'extension de l'utilisation des engrais phosphatés au Yunnan

**Fan De**
Agronome senior à la
Compagnie du Matériel Agricole

**Li Zheng Ying**
Chercheur à l'Académie
des Sciences Agricoles du Yunnan

La Province du Yunnan, située sur les Plateaux du Yunnan et du Guizhou, est une province montagneuse. La surface cultivée est de 41 649 millions de mu (2777 millions de ha) représente 7,2% de la surface totale, et seuls 2% de cette superficie cultivée sont des terres de plaine.

Le sol rouge (en y incluant le sol jaune) prédomine et correspond à 55,3% de la surface totale. Les céréales telles le riz irrigué et le maïs représentent 75% de la surface des cultures de pleine saison. La province peut se décomposer en quatre zones suivant la température et l'altitude. On distingue la zone à faible température, la zone de plaine, la zone montagneuse et la zone montagneuse froide.

Dans la première zone, à faible température, on peut y faire trois récoltes par an. Dans la zone de plaine, deux récoltes. Dans la zone montagneuse, on peut tabler sur 2 à 3 récoltes tous les deux ans, et dans la zone montagneuse et froide une seule récolte par an.

La fertilisation est essentiellement a base de fumure organique. C'est depuis 1950 que l'on a commencé à produire et à réaliser des essais pour vulgariser les engrais phosphatés et azotés. Au cours des vingt dernières années, en dépit de l'augmentation de l'emploi des engrais chimiques, les paysans continuent toujours à les associer à la fumure organique.

La production et l'emploi des engrais chimiques ont certes accusé un peu de retard mais se développent rapidement. Selon une source statistique, la consommation provinciale en engrais ne fut que de 6 tonnes en 1954, mais en 1984, cette consommation s'élève à 2,53 millions de tonnes, soit une moyenne de 60,36 kg/mu d'engrais (905 kg/ha) ou encore 12 kg/mu d'éléments fertilisants (180 kg/ha). Les engrais utilisés sont variés : l'urée, le carbonate d'ammonium, le calcium magnésium fondu, le sulfate de potassium importé, les oligo-éléments tels que le soufre, le silicium, le zinc, le bore, le molybdène etc....

La production des engrais et l'extension de leur utilisation ont fortement contribué au développement agricole de la Province. Les effets en fonction des types d'engrais se classent actuellement dans cet ordre N > P > K.

Nous nous limitons ci-après à donner quelques points de vue sur la généralisation de l'utilisation des engrais phosphatés.

## 1. Le rôle des engrais phosphatés dans le développement agricole

A l'exception du sol pourpre de ChuXiong, situé au centre du Yunnan, du sol gris de la zone montagneuse et du sol alluvial de la plaine, le sol rouge prédomine et représente 70% de la surface de la Province, et le sol rouge exondé correspond à plus de 50% de cette surface. Il faut y adjoindre aussi le sol rouge inondé donnant de faible rendement de riz.

L'insuffisance en $P_2O_5$ assimilable de ces sols rouges limite la croissance des plantes, et les fumures appropriés pour y compenser donnent des gains évidents de rendement.

L'emploi de la fumure phosphatée est devenue très courante dans les régions de QuJing, HongHe, WenShan, YuXi, ZhaoTong, BaoShan etc. C'est à YuXi et à QuJing où la dose moyenne d'utilisation est la plus élevée. Elle est moyenne à HongHe,BaoShan, KunMing, et la plus basse à NuJiang, SiMao, et XiShuangBanNa. Ce sont le SSP, le TSP, le MAP le DAP et le phosphate mono potasique qui sont utilisés, mais la préférence des paysans va au SSP.

Les ressources en phosphate naturel du Yunnan sont abondantes. La réserve exploitable est estimée à plus de 10 milliards de tonnes, dont 80% appartiennent à du phosphate de qualité moyenne à faible. En 1957, on a commencé à utiliser ces phosphates pour produire des engrais. En 1963, on a commencé à produire de l'engrais azoté avec le coke. Vers la fin de 1979, la capacité de production des engrais phosphatés et azotés s'élèvent à 2,85 millions de tonnes. La proportion entre N : P est de 1 : 0,41. Vers la fin de 1991,, la consommation des engrais phosphatés est de près de 3,05 millions de tonnes, les engrais phosphatés représentant au minimum 1,22 millions de tonnes. Cette évolution a joué un rôle important dans l'amélioration des rendements.

La recherche sur l'emploi des engrais phosphatés a commencé en 1962. En 1963, des essais furent installés dans 16 comtés du Yunnan. En dehors des sols très fertiles (JiGongTu), la fertilisation phosphatée des sols rouges a donné des gains évidents de rendement. Ainsi, l'emploi d'une unité d'engrais phosphaté pouvait générer un gain de rendement de 0,2-0,65 kg pour le maïs, de 0,1-0,4 kg pour le blé, de 0,3-0,8 kg pour le riz innondé, de 0,25 kg pour le colza, de 1,0 kg pour le sarrasin. Les effets sur le soja, sur diverses espèces d'engrais vert sont aussi substantiels.

Depuis 1975, 14 essais en maïs ont été installés pour améliorer par la fertilisation phosphatée les sols rouges exondés et les sols en terrasse. En utilisant 50 kg de SSP ou de calcium magnésium phosphate fondu, les gains de production ont été en moyenne de 113 kg, soit un taux d'accroissement de la production de 69,5%. Parmi ces essais, 43% entre eux ont donné des gains de rendement supérieurs à 100 kg, 36% ont donné des gains compris entre 50-100 kg, seule une faible partie a donné des gains de 2-30 kg voire pas de gain du tout. Au Yunnan, il y a eu dix programmes d'améliorer de la productivité des sols rouges par la fertilisation phosphatée, correspondant à une superficie touchée de plus de 100 000 mu, c'est signe de l'importance accordée au rôle que peut jouer la fertilisation phosphatée pour relever la production. Ainsi est-on passé d'un rendement moyen de 150 kg/mu à 250-300 kg/mu. L'amélioration des rendements a concerné 5 millions de mu de sol rouge (330 000 ha), donnant un gain de production céréalière de 31 000 tonnes, et un gain financier de 23,67 millions de RMB provenant des cultures de rente.

La réalisation de ces programmes a été récompensée par un troisième prix technique au niveau national.

## 2. Les exigences imposées par le développement agricole à l'industrie des engrais phosphatés

Avec une forte population et une faible superficie cultivable, et du fait de la double évolution d'accroissement démographique d'une part et de réduction de la surface cultivable d'autre part, le développement de l'agriculture doit passer par la voie de "l'amélioration des conditions de culture, augmentation des rendements et accroissement de la production". L'augmentation des rendements est intimement liée à celle de l'emploi des engrais, du fait de la carence en phosphore des sols rouges, le recours aux engrais phosphatés est indispensable.

### 2.1. Exigence en termes de quantités d'engrais phosphatés

A l'horizon 2000, la production de céréale doit atteindre 14 millions de tonnes. Pour atteindre cet objectif, il faut augmenter l'emploi des engrais, et en particulier l'équilibre entre les éléments N : P: K doit passer de 1 : 0,36 : 0,09 à 1 : 0,50 : 0,2. On voit là l'importance du rôle dévolu aux engrais phosphatés.

### 2.2. Exigence en termes qualitatifs

Dans les sols rouges carencés en phosphore, même l'apport d'engrais azotés ne permet pas de relever significativement les rendements. Les travaux de recherche indiquent qu'il s'agit moins d'une faible teneur en phosphore, puisque de la teneur en $P_2O_5$ total peut atteindre 60-90 kg/mu que de la faible disponibilité du phosphore du sol, car 52-83% du phosphore inorganique est fixé par les oxydes de fer difficilement assimilable par les plantes. Pour le sol rouge de la région de KunMing, le phosphore ainsi fixé représente plus de 80% du phosphore inorganique, le phosphate de fer difficilement assimilable représente 10%, et que très peu de phosphate d'aluminium et de calcium facilement assimilables.

Ainsi, du fait de ce phénomène de fixation, faire jouer aux engrais phosphatés le rôle d'augmentation de la production n'est pas simple. Une analyse montre que 40% du phosphore soluble apporté dans le sol par les engrais sont fixés au bout de 2 heures, ce taux atteint 84,6% au bout d'un mois. Pour les céréales telles le maïs, le riz irrigué, le blé, 10-18% seulement du phosphore apporté par les engrais sont effectivement absorbés.

L'accroissement du rendement dépend de la teneur dépend en $P_2O_5$ assimilable. Les essais réalisés à QuJing en ont permis d'établir l'équation de régression entre l'accroissement net du rendement du maïs (Y) et la teneur en $P_2O_5$ assimilable (X) : $Y = -70,9 + 33 X - 0,81 X^2$, $R = 0,9969^{**}$

Le maximum de gain net de rendement est obtenu pour une teneur de 20,5 ppm, à laquelle le gain net se situe à 132,6 kg/mu. Lorsque la teneur est inférieure à 10,2 ppm, le gain net est seulement de 68% du gain maximum. Ce gain est de 24,1% du gain maximum lorsque la teneur est comprise entre 10,2 et 15,4 ppm, et de 7,5% du gain maximum si la teneur est comprise entre 15,4 et 20,5 ppm. Au delà de cette teneur, le gain devient perte.

Dans les sols inondés de rizière, avec un pH compris entre 6,0 et 7,4, et une teneur en $P_2O_5$ assimilable inférieure à 3,68-4,87 mg/100, le gain de rendement est de 0,5 kg de riz pour un kg de SSP apporté.

### 2.3. En termes d'équilibre des éléments nutritifs

L'équilibre des éléments nutritifs conditionne la croissance et le développement des plantes et il est variable en fonction des cultures. Pour le riz inondé et le maïs, cet équilibre est de 1 : 0,5 : 0,5 à 1 : 1 : 1. Pour le tabac 1 : 1 : 2 à 1 : 1,5 : 3, pour la canne à sucre 1 : 0,8 : 1,5, le mûrier 1 : 0,3 : 0,3. En deçà ou au delà de ces proportions, les quantités ou les qualités des produits sont affectées.

Aujourd'hui l'alimentation nutritive des plantes est très déséquilibrée surtout dans les zones pauvres des montagnes. En se référant à la consommation d'engrais de 1989, l'équilibre était de 1 : 0,36 : 0,09, ce qui est non seulement inférieur à la demande des cultures, mais aussi très éloigné des normes exigées par le Ministère de l'Agriculture fixée à 1 : 0,5 : 0,2.

## 3. Les conditions d'emploi des engrais phosphatés

Les résultats de recherche indiquant les grandes différences d'efficacité des engrais phosphatés en fonction des sols conduisent à songer à prendre des dispositions d'utilisation en fonction des conditions locales, des propriétés et des caractéristiques des engrais phosphatés, des diverses cultures et des différents sols.

3.1. Choix raisonné des terres à fertiliser : Il faut choisir les terres valables pour l'utilisation des engrais phosphatés, comme les sols déficients, ...(noms locaux donnés)

3.2. Employer les engrais phosphatés en association avec la fumure organique et les engrais azotés et potassiques pour obtenir rapidement la combinaison N : P : K nécessaire au bon développement des plantes.

3.3. Améliorer le taux d'utilisation des engrais apportés en réduisant la fixation ce qui revient à gérer les engrais phosphatés en engrais de fond.

3.4. Gérer les apports sur plusieurs années dans les zones où l'emploi des engrais phosphatés est intensive et de longue date.

3.5. Promouvoir l'emploi des engrais phosphatés sur les cultures (colza ou légumineuses) dont les besoins en phosphore sont importants, surtout dans les zones à plusieurs récoltes par an.

## 4. Les perspectives de production des engrais phosphatés au Yunnan

Avec ses immenses réserves en phosphate naturel, le Yunnan possède un fort potentiel de développement agricole. L'expression de ce potentiel passe par le développement rapide de l'industrie des engrais phosphatés, l'amélioration de l'approvisionnement en quantité et en variété des produits fertilisants, et l'amélioration des techniques d'utilisation des engrais. Le tout devrait concourir à augmenter l'efficacité des engrais phosphatés à partir d'un développement simultané de l'agriculture et de l'industrie.

# L'industrie du phosphate au Yunnan

Chu YingHao

Directeur au Département
de l'Industrie Pétrolière et Chimique
de la Province du Yunnan

La Province du Yunnan, grâce à ses immenses ressources en phosphate naturel, constitue la principale région productrice de produits phosphatés en Chine. Les réserves sont estimées à plus de 20 milliards de tonnes, les plus importantes du pays.

Les produits phosphatés du Yunnan représentent aujourd'hui le tiers de l'exploitation nationale, se situant au second rang dans le pays, avec près de 4 325 millions de tonnes par an. La plupart des mines de phosphate y sont à ciel ouvert , et se concentrent en majeure partie autour des environs de Dian Chi, près de KunMing, ce qui facilite à la fois l'exploitation et le transport.

La zone de production de Dian Chi est la plus grande en Chine, correspondant à une réserve estimée à 4,2 milliards de tonnes, et est aussi connue que les trois premières zones mondiales que sont celle de Foulolida aux Etats-Unis, celle du Bofa du Maroc et celle ( ? ) située en Russie. Les mines de phosphate sont étendues dans cette zone (représentant 43,5% des réserves de phosphate riche du pays ???) la matière est de qualité et facile à exploiter (à 80% des réserves exploitables à ciel ouvert). La composition en magnésie des couches supérieures rend particulièrement adapté le procédé par voie humide dans les traitements industriels. Les couches moyennes et inférieures sont riches en silicium ce qui rend indiquée la méthode thermique dans les traitements industriels par la suite.

Ce sont ces caractéristiques des phosphates du Yunnan qui constituent les bases solides du développement de l'industrie du phosphate dans cette province.

La Province du Yunnan a une longue histoire dans la production du phosphate, c'est ici que l'industrie du phosphate a démarré en Chine. En 1942, la première unité de production chinoise fut installée à KunMing pour la fabrication du SSP. En 1954 la Province du Yunnan est la première en Chine à produire du Calcium magnésium phosphate fondu (ou FMP) par four électrique. Au cours des années 50, on passa à la production du FMP par fusion en haut fourneau, et la production du Super Phosphate Simple devint industrielle. Dans les années 60, le Yunnan établit progressivement son industrie des phosphates d'une certaine échelle, mais la production resta faible. C'est au cours des années 70 que la production se développa rapidement, mais jusqu'à la fin des années 70, les produits se caractérisaient par une concentration basse en $P_2O_5$ . Le développement de la production des engrais à forte concentration en $P_2O_5$ comme le TSP prit son essor au cours des années 80. A la fin de cette décennie, on trouve alors les produits à forte concentration comme le MAP (mono Ammonium Phosphate) et le DAP (Di Ammonium Phosphate).

Aujourd'hui, on dénombre 28 entreprises produisant des engrais phosphatés dans la province, correspondant à une capacité totale de production de 570 000 tonnes, au premier rang du pays. Les produits se répartissent entre le SSP, le TSP, le FMP, le MAP et le DAP.

Ainsi, après plus de 30 ans de développement, une industrie à caractéristiques propres et de taille significative s'est constituée, donnant une gamme large de produits de qualité, à partir de techniques modernes.

En incluant la chimie du phosphate à la production d'engrais phosphatés, l'industrie du phosphate constitue un secteur clé de l'économie de la Province. Cette industrie occupe les premières places en Chine dans les 5 domaines suivants :

1. La Province a la plus grande capacité productive dans le pays, pour la gamme de produits la plus complète. Les produits sont exportés dans les autres provinces et partiellement à l'étranger.

2. Le niveau technique y est le meilleur. Grâce à l'importation des technologies avancées, le niveau atteint aujourd'hui arrive au top niveau mondial de la fin des années 80. Par ailleurs, on a adopté la technique de production simultanée d'acide sulfurique et de ciment à partir du gypse, technique généralisée depuis en production. Le problème de protection de l'environnement est également résolu par la ré-utilisation en particulier du soufre. La technique de production de phosphate mono -ammonique en poudre est également mise en œuvre. C'est l'importation des technologies nouvelles et l'application des techniques particulières citée ci-dessus qui ont conféré l'avance technique du Yunnan dans cette industrie du phosphate.

3. La meilleure qualité des phosphates utilisés, ce qui lui vaut le prestige en Chine et à l'étranger.

4. La part la plus importante des produits concentrés dans la production totale des engrais phosphatés. En effet, le TSP, le MAP et le DAP contribuent pour plus de 50% du total. Ces produits concentrés favorisent la formulation d'engrais spéciaux en agriculture et surtout réduisent les coûts unitaires de transport, ce qui est primordial dans la situation particulière du Yunnan.

5. Le coût le plus bas de production du fait des faibles coûts de transport, de la qualité du phosphate naturel, de la faible consommation en acide, et des techniques modernes.

Les perspectives dans l'avenir sont le recours plus poussé des ressources hydroélectriques, afin de combiner production des engrais phosphatés et production de l'électricité, l'usage des phosphates de qualité moyenne à faible en expérimentant la production de SSP enrichi et celle de PSP.

Nous portons une grande attention aux recherches engagées sur l'efficacité des PSP en coopération entre l'Institut de Recherche en Industrie Chimique du Yunnan et le CIRAD en France. Les résultats obtenus au bout de trois ans sont déjà importants, et je profite de cette occasion pour remercier notre coopérateur français, tout en formulant le voeu que la coopération pourra être approfondie dans l'avenir afin d'obtenir de plus grands succès.

# Phosphates Partiellement Solubilisés (PSP)

## fabriqués à partir de phosphates naturels de faible à moyenne qualité du Yunnan

## Rapport de synthèse sur l'expérimentation agronomique réalisée au cours de la période 1990 à 1992

**Kunming, Décembre 1993**

*Extrait*

## 4. Conclusion

Les conclusions tirées de trois ans d'expérimentation sont les suivantes :

- En tablant sur la quantité de $P_2O_5$ total apportée pour comparer les PSP au SSP, il ressort que les PSP issus de phosphates naturels de faible à moyenne qualité en provenance du KunYang et du JinNing ont une efficacité très proche de celle du SSP (de 94% à 98% de celle-ci). L'origine du phosphate n'a pas influencé sur l'efficacité des PSP produits. Par contre, la solubilisation partielle à partir d'un mélange d'acides phosphorique et sulfurique pour réaliser une attaque à 60% est supérieure à l'attaque à 30% par de l'acide sulfurique seul.

- Sur la même base de comparaison, les PSP issus du phosphate de HaiKou ont donné une efficacité proche de celle du SSP (de 93% à 99% de celle-ci). Le grade de ce phosphate n'a pas influé significativement sur cette efficacité.

- L'arrière effet des PSP est proche de celui du SSP. Celui des PSP-SP 60 atteint 91% à 96% de celui du SSP, mais celui des PSP-C-1 est de 76% à 89% de celui du SSP.

# La dynamique du phosphore des engrais phosphatés dans divers sols du Yunnan

**Yunnan Research Institute of Chemical Industry**
**KunMing Décembre 1993**

*Extrait*

**3. Conclusion d'étape**

L'essai conduit permet de tirer les premières conclusions suivantes :

- La fixation du phosphore dans le sol suit une évolution conforme aux courbes de Langmuir à températures identiques. Parmi les 4 engrais phosphatés testés, les TSP et SSP à teneurs en $P_2O_5$ assimilable élevées, sont pénalisés par une fixation également plus élevée. De sorte que les PSP, à teneurs certes plus faibles en $P_2O_5$ assimilable, se révèlent avantagés par une fixation moindre. En conséquence, l'optimisme est permis sur l'utilisation de ce dernier type d'engrais.

- La fixation du phosphore se fait en même temps que la libération par le sol, mais le degré de libération est nettement plus faible que celui de la fixation, ce qui revient à dire que le taux d'utilisation des engrais phosphatés est bas. Par manque de moyen financiers, il n'a pas été possible de procéder à la mesure de la quantité du phosphore libéré, et cela fera l'objet de travaux ultérieurs.

- La teneur en aluminium et en fer échangeables du sol conditionne le degré de fixation du phosphore. Le calcium et le magnésium échangeables participent également au changement, que seuls des travaux complémentaires peuvent permettre de cerner plus précisément.

- D'un point de vue agronomique, le devenir dans le sol des engrais phosphatés une fois épandus ainsi que leur fixation méritent une grande attention. Ainsi, l'amélioration du taux d'utilisation de ces engrais et de l'arrière effet de ces derniers doivent être recherchées, par exemple à travers la technique des apports localisés ou des techniques d'augmentation de la libération du phosphore (exudations racinaires ou activités microbiologiques). D'un point de vue industriel, le développement de la production des PSP peut être valable du fait d'une efficacité identique à celle des TSP et SSP, tout en exigeant moins d'acide, moins d'investissement pour leur fabrication :la moindre fixation du phosphore des PSP compense leur moindre teneur en $P_2O_5$ assimilable.

**Memorandum of understanding**

In December 6, 1993, co-operation programs have been discussed in KunMing between the Yunnan Province Science & Technology Commission and the Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD).

Discussion have been undergone under the joint presidency of Mr Liu Shi Song, Deputy Director of the Yunnan Province Science & Technology Commission. in the chinese side, and by Dr Truong Binh, of CIRAD, in the french side.

Have participated to the discussion,

in the French side

Mr Gurgand, officer of the French Ministry of Foreign Affairs

Mr Fok, Mr Poisson and Mr Noyer of CIRAD

and in the Chinese side, representatives of

Yunnan Reearch Institute of Chemical Industry

KunMing Institute of Botany, Academia Sinica

Yunnan Academy of Agricultural Sciences

Institute of Tropical and subtropical Cash Crops (of Yunnan Academy of Agricultural Sciences)

Food and Oil Science Research Institute of Yunnan Province

Flavor & Fragrance Research & Development Center of Yunnan

Both sides have reviewed the situation of the co-operation implemented since several years in Yunnan. The implementation of the Project related with the experiment of the efficiency of Partially Solubilised Phosphates (PSP Project) and of the Project to promote upland rice (Upland Rice Project) indicates that China and France are two countries paying great attention to the development of agriculture. Success achieved in the PSP Project in one part, and promising prospects within the Upland rice project in the other part, encourage to move forward further co-operation between the related parties.

Aiming at achieving even better results, both side have expressed themselves,

- to keep on joining their efforts in order to promote the industrial application of PSP technology in Yunnan,

- to apply for financial support in order to have Chinese scientist be trained in France and to have supervising French experts to come in Yunnan in the framework of the Upland Rice Project.

Inviting French experts to come and make prospecting for further co-operation in order to define co-operation programs, Chinese part will enhance information exchange so that co-operation activities could be precisely formulated for some programs as follows : .

1. Introduction and selection of maize and sugarcane varieties, with drought resistance, disease resistance and cold tolerance suited to the red soil areas of Yunnan.

2. Introduction and selection of Rubber tree cold tolerant varieties, and enzymatic identification of existing varieties.

3. Cropping technics and processing technology of tropical fruits.

4. Cropping technics and processing technology of vanilla.

5. Introduction and selection of cold resistant varieties of coffee as well as pest prevention in coffee growing.

6. Improvement of grain storage and food processing in tropical and subtropical areas.

For each program giving room to co-operation between both sides, Chinese side will in the shortest delay hand over French side proposals in order to move forward agreement establishing.

Yunnan Province
Science & Technology
Commission

Centre de Coopération Internationale en
Recherche Agronomique pour le
Développement (CIRAD)

Centre
de coopération
internationale
en recherche
agronomique
pour le
développement

**Département
des cultures
annuelles
CIRAD-CA**

Unité
de recherche
facteurs
et conditions
du milieu

2477,
avenue du Val
de Montferrand
BP 5035
34032 Montpellier
Cedex 1
France
téléphone :
67 61 58 00
télécopie :
67 61 71 73
télex :
480762 F

EPIC-SIRET
775 665 920 00044