

Fuj

ANALYSES DES PROBLEMES LIES A L'UTILISATION DU DIBROMOCHLORO-
PROPANE DANS LES SOLS DE LA ZONE SAHELIENNE OUEST AFRICAINE.

par MM. Pierre BAUJARD et Marc PANSU.
Laboratoire de Nématologie, ORSTOM, Dakar, Sénégal.

Dakar, le 07 février 1987.

Les premières recherches développées au Laboratoire de Nématologie de Dakar sur les nématodes phytoparasites et les traitements nématicides au dibromochloropropane (DBCP) dans les sols de la zone sahélienne du Sénégal ont démontré la possibilité i) d'éradiquer les populations de nématodes phytoparasites dans tous les sols de cette région, ii) d'obtenir les augmentations considérables de rendements des cultures (arachide, mil, niébé et sorgho) observées par GERMANI, BAUJARD et LUC (1).

Les études entreprises ces trois dernières années ont apporté un certain nombre de précisions :

- une relation positive entre les doses de DBCP injectées dans le sol et les rendements en gousses et fanes d'arachide a été enregistrée. Ce phénomène vient d'être récemment confirmé au laboratoire in vitro sur le niébé. Le DBCP semble donc posséder, outre son pouvoir nématicide, une action phytostimulante directe sur certaines plantes.

- il existe un certain nombre d'expérimentations au champ où les traitements nématicides, bien qu'ayant permis l'éradication des peuplements de nématodes phytoparasites, n'ont pas provoqué d'augmentation de rendements. Ces phénomènes sont toujours enregistrés sur des sols où les taux de matière organique et d'argile sont supérieurs à ceux déterminés dans les sols "diors" du bassin arachidier.

- l'action bénéfique du traitement nématicide au DBCP sur les rendements des cultures décroît au fur et à mesure que l'on retarde la date du semis par rapport à celle du traitement.

Ces résultats nous ont conduit à formuler des hypothèses sur le comportement du DBCP dans les sols de cette zone :

1) il existe une possibilité de blocage du nématicide sur l'argile et/ou la matière organique.

2) la cinétique de diffusion de ce nématicide est probablement très particulière (grand rayon de diffusion, très rapide évaporation), probablement en relation avec les températures du sol très élevées enregistrées pendant l'hivernage 35 C-40 C dans l'horizon - 10-20 cm).

Ces hypothèses sont actuellement partiellement étayées par les données publiées dans d'autres régions du monde. L'analyse des références bibliographiques sur ce sujet permet en effet de distinguer trois groupes d'approche pour l'étude du comportement de DBCP dans le sol :

1) études globales au laboratoire ou en conditions naturelles de la rémanence du produit.

2) études des variabilités des concentrations dans les horizons de sols et des nappes d'eau en relation avec les conditions d'application.

3) études au laboratoire de l'adsorption du produit par les constituants organiques et minéraux des sols.

Enfin il est nécessaire de mentionner dans le système sol-plantes les études concernant la rémanence du produit dans les résidus de récoltes.

1 - Etudes globales de rémanence dans les sols

ORTUNO A. et Coll (2) étudient la rémanence du produit appliqué sous plantations de citronniers de sols de la région du Murcia (Espagne) de texture franche (caractéristiques non fournies) en relation avec la disparition de nématodes T. semipenetrans dont la densité de départ était de 12 175 par kg de sol. Les doses appliquées étaient de 50 l/ha du produit en émulsion d'eau de rivière correspondant à 7,8 g de matière active par m².

Des prélèvements hebdomadaires montrent une disparition quasi complète des nématodes après 3 semaines et une décroissance exponentielle du nématicide en fonction du temps ce qui traduit une cinétique chimique du premier ordre.

La concentration A reliée au temps t en jours par la relation $A=3664 \exp(-0,025t)$ [$r^2=0,991$] traduit une demi-vie du produit $T \ 1/2 = \text{Log}2/0,025 = 28$ jours et les doses détectées deviennent pratiquement nulles après 6 mois, sans qu'il soit permis de préciser le mode de décroissance : volatilisation, dégradation chimique ou lessivage.

SALTZMAN et KLIGER (3) ont étudié la rémanence du produit sur trois sols Israéliens en conditions de laboratoire. Différents modes de traitements représentant chacun 20 ug de DBCP sont appliqués sur des échantillons de 2 g de sols soit une couche de 1 cm dans des tubes de centrifugation.

La décroissance mesurée du produit supposée être due à la seule volatilisation (témoin en flacon bouché stable) est dans tous les cas considérablement plus rapide que précédemment en conditions naturelles puisque en 40 h la quasi totalité a disparu. Toutefois les observations suivantes ont pu être effectuées :

- décroissance moins rapide dans le sol le plus argileux.
- décroissance plus rapide pour une application aqueuse sur sol sec que sur sol humide en contradiction avec d'autres données (4).
- l'addition d'eau après application de DBCP réduit la volatilisation en accord avec des essais au champ suivis d'irrigations.
- l'addition du produit en solution hexanique sur sol sec diminue sa volatilisation par rapport aux solutions aqueuses et dans ce cas une addition d'eau ultérieure provoque l'effet inverse à précédemment, ce qui suggère une possibilité de déplacement du produit adsorbé par les molécules d'eau.

2 - Variabilités de répartition du DBCP dans les sols

McKENRY et NAYLOR (5) ont étudié plusieurs facteurs affectant la répartition du nématicide en conditions naturelles sur un sol sablo-limoneux de Californie (61% sable, 31% limon, 8% d'argile). Leurs travaux se situent dans le prolongement de ceux de HODGES et LEAR (6) sur des sols analogues de la même région.

Les applications tant par l'eau que par injection ou "Chisel" procurent un mouvement important de DBCP jusqu'à plus

de 120 cm de la surface du sol. Les teneurs du sol sont réduites par des températures basses et par la présence de chaux ou de racines dans les profils. La teneur est la plus faible dans la couche supérieure du sol et dans l'essai qui n'a pas subi d'irrigation après application. Les teneurs tendent vers 0 dans tous les cas environ 4 mois après l'application.

CARTER et coll (7) font mention d'une possibilité de migration encore beaucoup plus importante du DBCP dans les sols puisqu'ils ont identifié une pollution en DBCP d'un puits de Caroline du Sud semblant provenir d'un possible renversement de produit à environ 30 mètres de celui-ci. Des échantillons de sol prélevés sur le lieu probable de la pollution contenaient de fortes concentrations de DBCP dans les mètres supérieurs et jusqu'à la nappe d'eau située à 6,1 m de profondeur.

ii

3 - Adsorption du produit par les constituants du sol

SINGHAL et SINGH (8) ont étudié les isothermes d'équilibre du DBCP avec la montmorillonite. Une adsorption rapide du produit en accord avec la loi de Langmuir est enregistrée. Les observations de variation d'acidité et de conductivité ainsi que d'expansion interlamellaire indiquent une chimisorption correspondant à la formation de liaisons ions-dipôles avec pénétration dans les micropores engendrant un gonflement des feuillettes d'argile. La force de ces liaisons est importante puisque les essais de désorption du produit par les sels minéraux se sont tous avérés négatifs.

Les matières humiques jouent également un rôle important dans les processus d'adsorption et la présence de résidus de DBCP a plus récemment été identifiée par GABBITA (9) dans les humates de sodium.

4 - Les méthodes de détermination de résidus

La plupart des études ci-dessus utilisent des techniques d'extraction et de dosage des résidus de DBCP basées sur la méthode décrite pour la première fois par JOHNSON et LEAR (10) puis améliorées par HODGES et LEAR (6). L'extraction est réalisée par des mélanges eau hexane. La séparation chromatographique de la phase hexanique est réalisée sur des colonnes peu polaires (QF1, SE30, OV210, OV101...) à faible température (100 à 120 C) et débouchant sur un détecteur à captures d'électrons. Si les conditions chromatographiques varient peu on signale une variante dans l'extraction des résidus. CARTER et coll (7) utilisent la technique de JACKSON et FREDERICKSON (11) basée sur une extraction à l'acétate d'éthyle.

Par ailleurs Mc HENRY et NAYLOR (5) ne dosent pas leurs résidus sur des extraits de sols mais sur des prélèvements d'air en équilibre avec des sols et couches aqueuses. Leur technique est pratique pour leurs études de répartition mais ils signalent eux-mêmes une moins bonne précision que pour les extractions de sols. Enfin les techniques d'extraction dans les végétaux sont bien décrites par NEWSHONE et coll (12) dans le cas particulier des racines de récoltes où les phénomènes d'adsorption semblent les plus importants.

5 - Projet d'étude

Des observations ci-dessus, il ressort qu'un ensemble

d'études doit être entrepris à l'ORSTOM Dakar et en partie à l'ORSTOM Bondy sous la responsabilité des signataires.

Au Laboratoire des Formations Superficielles de Bondy :

- étude préliminaire des analyses par chromatographie : rendement des extractions, conditions chromatographiques, précision.

- étude éventuelle avec la Maison GIRDEL de l'utilisation d'un système d'injection d'échantillons solides pour produits volatiles qui éviterait la phase extractions.

- étude comparative des qualités des argiles et matières humiques de deux sols Deck et Dior du Sénégal représentatifs de ceux où a été enregistré ou non un effet fertilisant du DBCP (méthodes standards de diffraction RX et analyses humiques).

- étude expérimentale des isothermes d'adsorption du DBCP sur les argiles et matières humiques identifiées et de l'effet éventuel de l'adsorption sur la structure.

ii

Au Laboratoire de Nématologie de Dakar :

- étude de la rémanence du produit en conditions contrôlées sur de petits échantillons de divers sols. Effets des paramètres : mode d'application, humidité du sol, température, irrigation sur la cinétique de disparition du DBCP.

- étude de distribution du produit à plus grande échelle dans le sol en conditions contrôlées et naturelles.

- suivis de rémanences en conditions naturelles.

6 - Moyens et coûts

Le coût des travaux à Bondy devra être chiffré par le Laboratoire des Formations Superficielles :

- 2 analyses minéralogiques et humiques standards.

- environ 2 mois d'utilisation des moyens des laboratoires spécialisés "matières organiques" et "minéralogie des colloïdes minéraux".

Au Laboratoire de Nématologie de Dakar sont nécessaires :

. un complément d'appareillage de chromatographie soit : un détecteur à captures d'électrons avec son alimentation pulsée, un système de purification du gaz vecteur, un stabilisateur de tension (ondulateur) .

. contrat pour fourniture d'azote C (très pur).

. un jeu de seringues pour injections.

. éventuellement selon étude, un système d'injection d'échantillons solides.

. verreries : fioles jaugées rodées, fioles hermétiques à bouchage non polluant.

. en outre sont-à prévoir deux missions Paris-Dakar (M. Ponsu) pour une durée approximative d'un mois chacune.

CONCLUSION

La détermination des caractéristiques du comportement du DBCP dans les sols du bassin arachidier du Sénégal revêt une importance considérable. Les techniques de dénématisation mises au point à l'ORSTOM sont en cours de vulgarisation au Sénégal et commencent à être exportées vers les autres pays de l'arc sahélien en Afrique de l'Ouest.

L'étude de l'aptitude d'un sol à valoriser ces traitements némotocides se révèle alors indispensable aux techniciens du Projet de Lutte contre les Nématodes. Par ailleurs,

la détermination exacte des caractéristiques du comportement du nématicide après son injection dans les sols devrait à terme permettre d'une part d'optimiser cette technique de traitement et d'autre part, d'en diminuer éventuellement le coût.

Les moyens techniques et financiers indispensables à la mise en oeuvre de cette étude peuvent être réunis au Laboratoire de Nématologie de Dakar dans le courant du premier semestre 1987. Elle pourra être conduite en collaboration avec Monsieur PANSU à l'ORSTOM de Bondy et les membres du Laboratoire de Nématologie de l'ORSTOM à Dakar, au moins dans sa phase préliminaire.

Le développement de cette étude sur l'ensemble des caractéristiques du DBCP et éventuellement sur celles de l'EDB, seul nématicide fumigant bromé efficace dans l'augmentation des rendements du mil, nécessitera à terme l'adjonction d'un membre supplémentaire à l'équipe du Laboratoire de Nématologie de Dakar.

Références

- 1 - GERMANI, G., BAUJARD, P. & LUC, M. (1984). La lutte contre les nématodes dans le bassin arachidier du Sénégal. ORSTOM 1985, 8 p.
- 2 - ORTUNO A., ABRISQUETA J.R., GOMEZ J. (1978). Anales de Edafologia y agrobiologia 1365-1369.
- 3 - SALTZMAN S., KLIGERS. (1979). J. Environ. Sci. Health, B14 (4), 353-366.
- 4 - HAMAKER J.W. (1972). " Diffusion and volatilisation" in "organics chemicals in the soil environment", 1 : 341-397. Marcel Dekker Inc., New York.
- 5 - Mc KENRY M.V., NAYLOR P. (1979). J. Nematol., 11 : 260-265
- 6 - HODGES L.R., LEAR B. (1973). Nematologica, 19, 146-158.
- 7 - CARTER G.E., LIGON J.T., RILEY M.B. (1984). Water, air and soil pollution 22, 201-208.
- 8 - SINGHAL J.P., SINGH C.P. (1976). J. Agric. Food Chemistry, 24 : 307-310.
- 9 - GABBITA K.V. (1986). Toxicol. Environ. Chem., 11 : 202-203
- 10 - JOHNSON D.E., LEAR B. (1969). J. chromatography Sci.; 7 : 384-385.
- 11 - JACKSON T, FREDERICKSON S. (1978). "Determination of DBCP in crops, soils water, bark and leaves", Memorandum Calif. Dept. Food Agric., Oct. 24.
- 12 - NEWSONE W.H., IVERSON F., PANOPLO L.G., HIERLIHY S.L., (1977). J. Agric. Food Chem., 25 : 684-685.