

L'ENROBAGE DES SEMENCES : PERSPECTIVES ACTUELLES ET FUTURES

par

B.C. SCHIFFERS (*) et J. FRASELLE (**)

1. Désinfection, inoculation et enrobage des semences

Depuis longtemps l'efficacité et la rentabilité de la désinfection des semences sont prouvées, qu'il s'agisse de semences de céréales ou de plantes horticoles. De nombreux types de traitements existent, l'enrobage à sec, l'enrobage humide (slurry), le traitement au moyen de produits volatils, le «pralinage» des graines, etc. Ils visent à protéger la germination des graines et le développement des jeunes plantules contre les agents de fonte des semis, à lutter contre les pathogènes externes (*Phoma*, *Colletotrichum*, *Aschochyta*, *Sclerotinia sclerotiorum*, les caries) ou internes (charbons nus), à appliquer un insecticide (lindane par exemple) ou un répulsif contre les oiseaux (anthraquinone ou méthiocarb en maïs contre les dégâts de faisans) (JEEFS, 1978).

Toutefois, compte tenu des faibles quantités de produit et du mode d'application, ces traitements ont une action de courte durée (de quelques jours à une ou deux semaines).

Hormis la désinfection des semences, l'enrobage est réalisé aujourd'hui dans deux autres buts aussi importants que distincts : l'inoculation de souches de bactéries fixatrices d'azote (*Rhizobium*) pour les graines de légumineuses et l'enrobage pour le semis de précision.

L'inoculation rhizobienne des légumineuses fait l'objet de nombreux articles et études dans lesquels l'utilité économique d'un tel traitement est

(*) Co-lauréat du prix A.I.Gx 1981.

(**) Chaire de Phytopharmacie, Faculté des Sciences Agronomiques, 5800 Gembloux (Belgique).

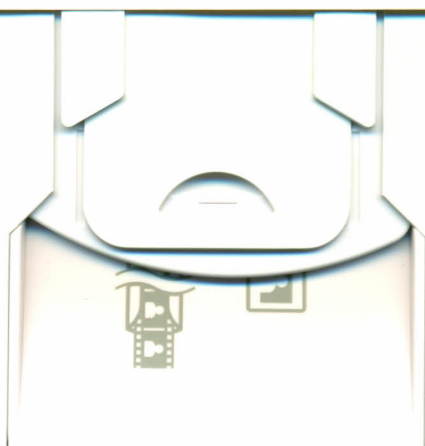
prouvée. L'enrobage de graines de soja sur support de vermiculite se pratique de manière courante avec de très bons résultats. La luzerne est également inoculée par enrobage des semences (MORALES *et al.*, 1973 ; SUAREZ-VASQUEZ, 1975).

En ce qui concerne le semis de précision, de nombreuses firmes commercialisent des semences enrobées de carottes, d'oignons, de laitue, d'endives, etc. (par exemple la firme CERES, France). Sans oublier le succès considérable des semences de betteraves monogermes, mécaniques et surtout génétiques, enrobées de façon industrielle. En Belgique, la S.E.S. de Tienen détient la plus grosse part du marché des semences enrobées (cette firme exploite un brevet anglais sur le marché belge). En France, la firme CERES commercialise plusieurs espèces enrobées ; en Autriche, la firme SAREA Ltd offre également un grand choix dans ce domaine.

Les avantages du semis de précision sont évidents : économie de semences, meilleure occupation du sol et subséquemment meilleure exploitation des ressources sol-air, suppression des mises à distance (économie de main d'œuvre souvent très importante dans le secteur horticole et qui conditionne la rentabilité de plusieurs cultures), travail mécanique plus aidé, etc. (JOHNSON, 1975 ; JEFFS, 1978 ; LONGDEN, 1975 ; ROBINSON et MAYBERRY, 1976 ; ROOS et MOORE, 1975).

Les effets indirects de l'enrobage peuvent être surprenants. Ainsi en témoigne l'étude que fit le Prof. R. BRENY sur le problème des iules mouchetées (*Blaniulus guttulatus* Bosc.) en culture betteravière. L'apparition de dégâts coïncidait avec l'utilisation de betteraves monogermes enrobées jointe à celle des herbicides : il faut chercher la cause de ces dégâts dans la disparition des mauvaises herbes et des betteraves surnuméraires d'avant démariage (BRENY, 1964).

Jusqu'à ces dernières années, l'enrobage des semences n'a donc pas été considéré comme un moyen d'application de produits phytosanitaires au même titre que les nouvelles formulations, telles que par exemple les microcapsules ou les microgranulés. Les plus récentes innovations dans ce sens ont lieu en enrobage de semences de betteraves. Mais ce traitement consiste à désinfecter les semences plutôt qu'à assurer une protection phytosanitaire à long terme (à l'échelle de plusieurs semaines). La firme CERES déjà citée ci-dessus incorpore dès maintenant à ses enrobages plusieurs matières actives ; les fongicides sont représentés par le silicate de méthoxyéthylmercure (FRANCOSAN AP), le thirame ou TMTD et les associations iprodione (ROVRAL) + captafol (ORTHODIFOLATAN), iprodione + prothiocarbe (PREVICUR), iprodione + métalaxyl (ACYLON), es-



sentielle pour la lutte contre *Phoma* et *Pythium*. En 1973, après l'interdiction d'utilisation des cyclodiènes chlorés, comme l'heptachlore, on a utilisé le méthiocarb (MESUROL WP50). En 1975, a été homologué en France pour le traitement des semences le carbofuran, un autre insecticide carbamate systémique, déjà connu sous forme de microgranulés (CURATER G5). Son application est réalisée par cette firme à la demande de l'utilisateur et elle se substitue au traitement à l'aide de MESUROL WP50 réalisé par ailleurs de façon systémique (MORIN, 1979). L'obstacle le plus sérieux à l'incorporation de matières actives, seules ou en mélange, est la phytotoxicité (SEUTIN, 1975).

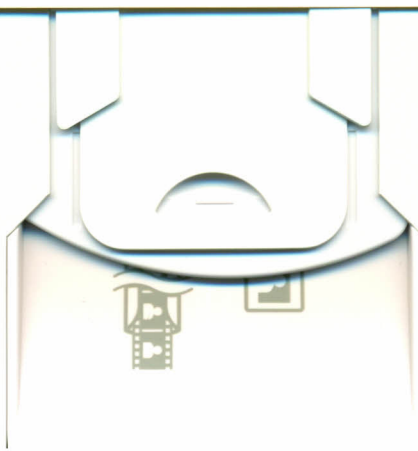
2. Nouvelles perspectives en enrobage des semences

Depuis 1980, les recherches menées sous la direction de Monsieur le Professeur J. FRASELLE à la chaire de phytopharmacie de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'État à Gembloux, dans le cadre d'une étude des formulations, ont ouvert de nouveaux horizons à l'application de l'enrobage des semences en tant que vecteur de produits phytosanitaires pour une protection à long terme des cultures.

Le but de ces recherches est de créer autour des semences, par l'enrobage, un réservoir localisé de matières actives dont la diffusion lente et progressive (en «slow-release») dans le sol et l'absorption puis la translocation dans les plantes assurent une protection aussi longue que possible contre les agents pathogènes (maladies ou ravageurs). La dose optimale de matière active à incorporer dans l'enrobage *est celle dont la persistance d'efficacité est à peu près égale au développement de la culture, sans laisser toutefois au niveau du produit récolté une quantité inacceptable de résidus*. Le mélange de matières actives, quand il est possible, est préférable pour combiner leurs propriétés (fongicide + insecticide, fongicide + molluscicide), leurs modes d'action différents ou leurs persistances d'efficacité (produit «court», à action rapide mais brève, et produit «long»).

2.1. TECHNIQUES DE RÉALISATION DES ENROBAGES

Il existe plusieurs méthodes d'enrobage des semences ; les principales sont l'intégration de la semence dans une pastille obtenue par pression (stamping), un enrobage par trempage ou par passage dans un lit fluide et qui respecte la forme de la semence (coating), un enrobage en «billes» ou



pralinage obtenu dans des sphères ou cylindres tournant sur eux-mêmes (pelleting ou rolling). C'est à l'aide de cette dernière technique que nous avons réalisé nos semences enrobées.

2.1.1. L'enrobage par écrasement ou stamping

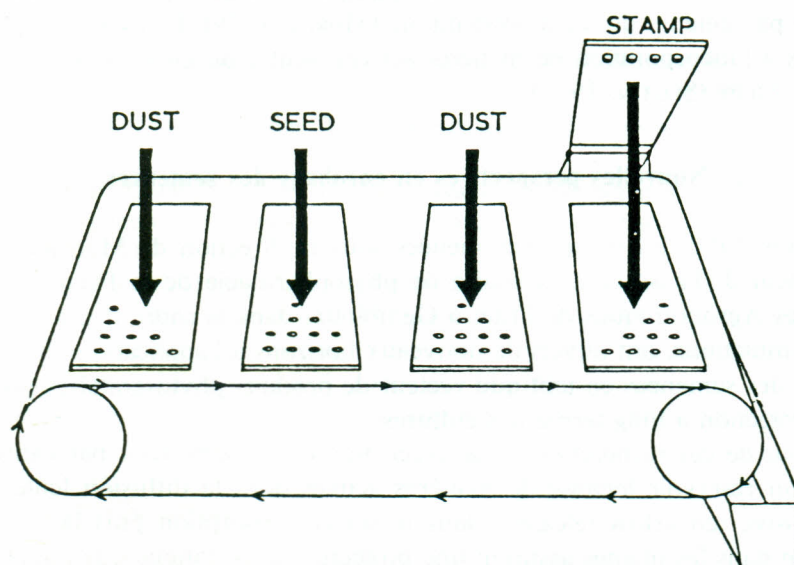


FIG. 1. – Enrobage par écrasement ou stamping (d'après LONGDEN, 1975).

Les plaques dans lesquelles sont mélangées de nombreuses petites alvéoles de profondeur standard défilent sur une bande transporteuse : elles reçoivent d'abord une certaine quantité de matière de charge, puis les semences elles-mêmes, puis une nouvelle dose de poudre de charge, le tout étant alors comprimé fortement par une presse qui se rabat.

L'avantage de cette technique est d'utiliser très peu d'eau : le séchage est donc rapide et peu coûteux. C'est une technique qui convient bien pour fabriquer de petites semences enrobées, mais qui demande une longue mise au point pour chaque type de semences, une installation très coûteuse et un contrôle très précis de la matière de charge.

La force de compression nécessaire pour assurer une cohésion à l'ensemble est parfois telle que les semences ainsi préparées sont vraiment écrasées : de là de nombreux échecs à la germination (LONGDEN, 1975).

2.1.2. L'enrobage en lit fluide ou coating

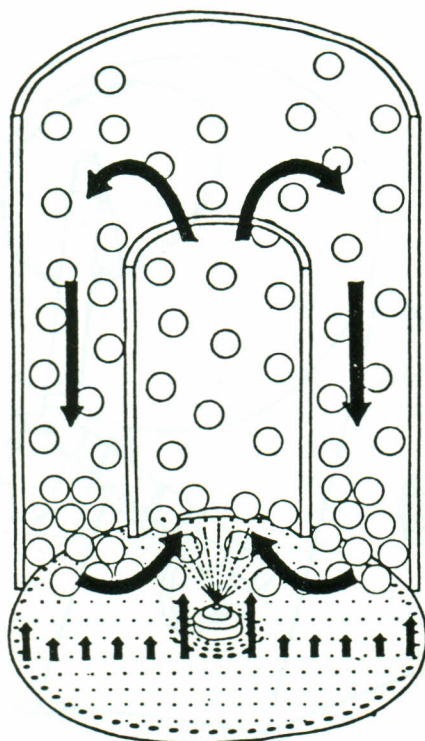


FIG. 2. – Enrobage en lit fluide ou coating (d'après LONGDEN, 1975).

Les semences circulent dans un courant d'air qui les entraîne vers le haut d'une colonne centrale où elles se répandent avant de tomber. On pulvérise sur les semences en circulation dans ce flux une solution ou une suspension de produit et de matières de charges. Les semences grossissent ainsi au fur et à mesure du dépôt. Ce processus permet de mettre la matière active aussi bien sur la semence que dans l'enrobage ou à l'extérieur de celui-ci.

L'inconvénient de cette méthode vient du fait que les enrobages sont très humides et demandent un séchage énergique et assez long, avec tous les risques qu'une telle opération comporte pour le pouvoir germinatif des graines traitées. De plus, les diamètres sont toujours assez irréguliers (LONGDEN, 1975).

2.1.3. L'enrobage en «billes» ou rolling

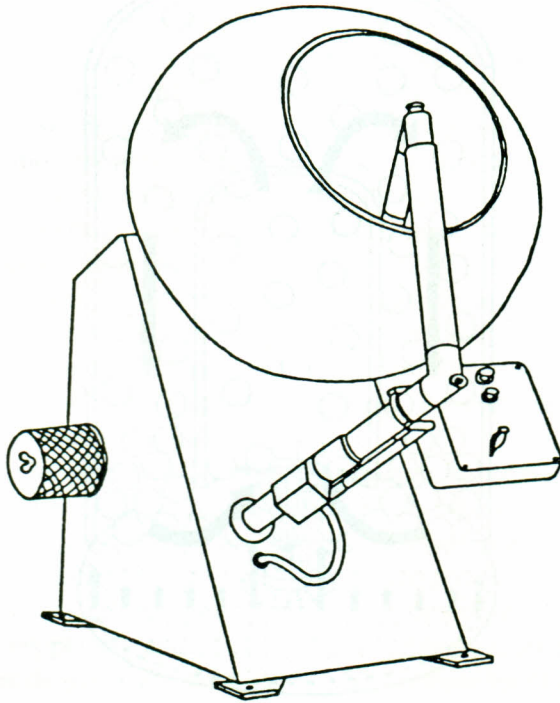


FIG. 3. – Enrobage en «billes» ou rolling (d'après LONGDEN, 1975).

On a une grosse boule d'enrobage remplie de semences, qui tourne autour d'un axe ; ce mouvement de rotation de la boule entraîne celui des graines dans la boule, qui se mettent à monter sur les parois de celle-ci pour retomber en roulant les unes sur les autres, créant un vortex. En ajoutant progressivement ou alternativement de l'eau et des matières de charge les semences s'enrobent d'elles-mêmes et leur diamètre commence à grandir.

Le séchage continu élimine l'excès d'eau. Peu à peu les semences ressemblent à de petites sphères.

En coupe, l'enrobage se présente comme une succession de couches de diverses natures. Ces couches sont formées d'un mélange de matières de charge (argiles, silicates de synthèse, etc.) et de collants ; ceux-ci sont mis en solution par l'eau pulvérisée sur les graines en mouvement dans la boule, assurant lors de leur séchage la cohésion de l'ensemble, et l'adhésion de cette matrice solide autour de la semence. Les matières de charge n'ont pas de pouvoir biocide, mais on se sert de leur capacité de sorption pour fixer momentanément la ou les matières actives à leur surface.

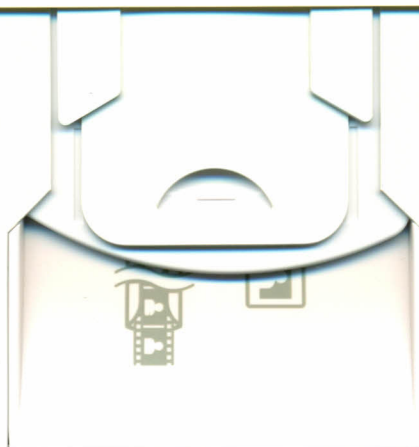
On termine l'enrobage par une couche sans matière active afin d'isoler les mains du manipulateur des toxiques. Une couche de talc lisse la surface externe et améliore la fluence des semences dans les semoirs ⁽¹⁾.

2.2. AVANTAGES DE L'ENROBAGE EN TANT QUE VECTEUR DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES PAR RAPPORT AUX AUTRES MÉTHODES D'APPLICATION

Par rapport aux méthodes classiques de distribution des produits phytopharmaceutiques, ce procédé permet : d'économiser la matière active par la localisation extrême des dépôts (une ponctualisation), par l'élimination des pertes dues à la dérive ; d'économiser les semences si on couple la protection au semis de précision ; de combiner une désinfection (effet immédiat) à une protection différée (effet échelonné ou slow-release) ; de faire deux opérations en une : semis et traitement ; d'éviter les contacts entre matières actives et manipulateur, donc d'abaisser les risques d'accident par intoxication, ou par sous-dosages et sur-dosages locaux dans les cultures (fait fréquent lors des pulvérisations) ; de supprimer l'eau de pulvérisation, les passages répétés et l'achat d'un matériel sophistiqué (type microgranulateur).

L'économie en produit et la localisation toujours plus grande des applications de pesticides vont dans le sens d'une utilisation de plus en plus rationnelle des préparations phytopharmaceutiques et d'un plus grand respect pour l'environnement en limitant au maximum les effets secondaires sur la microflore et la microfaune du sol (GREGOIRE-WIBO, 1980).

(1) Les semences enrobées réalisées à la chaire de Phytopharmacie ont été traitées dans une boule expérimentale de verre construite par le Prof. J. FRASELLE.



Signalons que grâce à ce procédé, il est possible de réaliser au niveau d'une semence un dépôt conséquent de matière active sans manifestation de phytotoxicité.

2.3. LES ESSAIS RÉALISÉS AVEC LES SEMENCES ENROBÉES

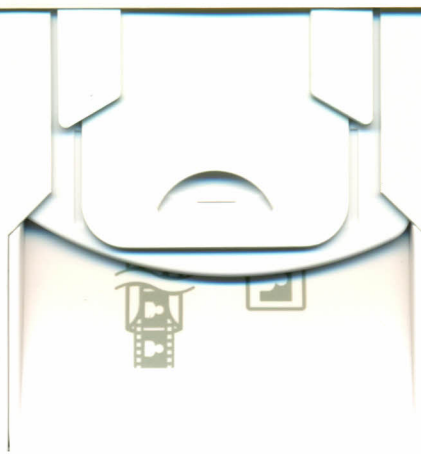
Le procédé d'enrobage des semences par rolling a été appliqué au maïs, à la féverole, à l'escourgeon, au blé d'hiver et à l'orge de printemps.

Avant de passer en revue les résultats les plus significatifs obtenus avec ces diverses semences, il faut signaler le gros travail de préparation qui doit être accompli préalablement au semis : en effet, pour chaque espèce, le choix d'une variété, de la charge de poudre, de la matière active de même que la conservation du pouvoir germinatif des graines doivent être étudiés.

En maïs, la protection des plantes, spécialement dans le jeune âge, est réalisable par enrobage des semences au moyen de carbofuran avec seulement la moitié de la dose habituellement épandue en microgranulés. Le produit s'est montré efficace en cas d'attaques de taupins (*Agriotes* sp.), d'oscinies (*Oscinella frit* L.) et de nématodes endoparasites (*Pratylenchus penetrans* FILIPJEV et STEKHOVEN). Avec cette demi-dose on peut espérer un effet visible jusqu'à 40 à 60 jours après le semis ; cet effet est suffisant pour apparaître au niveau des rendements.

En féveroles, les semences enrobées au moyen de carbofuran à raison de 6 mg de matière active par semence et de 18 mg, ont montré un comportement à la germination et à la levée meilleur que celui des graines non enrobées ; la différence de taille était nettement visible dans les parcelles. Plus tard, lors des attaques de pucerons noirs (*Aphis fabae* Scop.) les parcelles dont les plantes étaient issues de semences enrobées sont restées quasi-indemnes de pucerons alors que sur les témoins les plantes portaient jusqu'à 1000 individus. Le carbofuran a été efficace depuis le semis jusqu'à la récolte, assurant une protection complète et continue alors que, par les pulvérisations classiques, on est rapidement limité dans la possibilité de traiter vu le développement en hauteur des tiges. De plus, le produit diffusant à l'intérieur de la plante, il empoisonne les pucerons qui sucent la sève sans entrer en contact avec les pollinisateurs ou les coccinelles. Malgré cette longue persistance d'efficacité, aucune trace de carbofuran n'a pu être mise en évidence au niveau de la récolte.

En escourgeon et en blé d'hiver l'expérimentation a porté sur la lutte hélicide et fongicide. Les deux espèces de limaces les plus dommageables en



grande culture en automne et au printemps sont *Arion hortensis* FÉR. et *Agriolimax reticulatus* MÜL. Elles attaquent les graines en germination et provoquent des vides parfois importants dans les semis (GODAN, 1979 ; GOIX, 1980). La lutte consiste classiquement à épandre des appâts de méthiocarb, mais en cas de fortes infestations elle se révèle tout à fait insuffisante (MOENS, 1971, 1972 et 1980). L'enrobage au moyen de méthiocarb, à raison de 10 g de MESUROL WP50, a protégé la germination des semences et les jeunes plantules au cours de la période critique. L'addition de peroxyde de calcium à l'enrobage de méthiocarb a encore renforcé le bon démarrage de la culture.

L'incorporation d'un fongicide dans les enrobages de froment et d'escourgeon vise à les protéger des maladies d'automne et d'hiver (Helminthosporiose, Rhynchosporiose, etc.). Les résultats enregistrés ne sont pas significatifs ; on peut seulement noter un léger mieux pour l'escourgeon.

Le traitement des graines d'orge de printemps au moyen de 6 fongicides différents a mis en évidence les qualités du mélange imazalil + triadimenol, dont l'application à 8‰ du poids des semences a suffi pour stopper les attaques successives d'oïdium et de rouille jusqu'à l'épiaison.

2.4. CONCLUSIONS

L'expérimentation prouve d'elle-même l'intérêt de l'exploitation de l'enrobage des semences comme une vraie formulation. La ponctualisation des apports de matière active permet d'économiser celle-ci et de limiter les retombées des interventions phytosanitaires sur l'environnement.

Suite à cette première série d'expériences, de nouvelles recherches sont entamées à la Chaire de Phytopharmacie pour affirmer la mise au point de cette formulation.

Même si l'enrobage des semences ne résoudra pas demain tous les problèmes, il ouvre des perspectives extrêmement vastes ; signalons pour terminer cette revue les nouveaux problèmes qui font l'objet d'études approfondies ailleurs : enrobage de semences de légumineuses avec des engrais et oligo-éléments (THOMSON, 1972) ; enrobage de luzernes avec un herbicide anti-graminées, l'eptam (DAWSON, 1981) ; enrobage des betteraves avec du manganèse (FARLEY et DRAYCOTT, 1978), etc.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier MM. CAUSSIN, DERENNE, FROIDMONT, MOENS, NOULARD, QUOILIN, ROLAND, RUTH et SEUTIN pour leur aide technique et leurs précieux conseils.

BIBLIOGRAPHIE

- BRENY, R. (1964). Considérations actuelles sur le problème des iules mouchetées en culture betteravière. *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, **22** (1) : 12-25.
- DAWSON, J. H. (1981). Selective Weed Control with EPTC-Treated Seed of Alfalfa. *Weed Sci.*, **29** (1) : 105-110.
- FARLEY, R. F., DRAYCOTT, A. P. (1978). Manganese deficiency in sugar beet and the incorporation of manganese in the coating of pelleted seed. *Plant and Soil*, **49** (1) : 71-83.
- GREGOIRE-WIBO, C. (1980). Étude de l'effet des pesticides betteraviers sur certaines ravageurs (atomaies) et sur la faune endogée et épigée participant à la fertilité du sol et au contrôle naturel de populations nuisibles (acariens, collembolles, carabidés). I.B.A.B.-B.I.B.V., 1980/III : 133-165.
- GODAN, D. (1979). Schadschnecken und ihres Bekämpfung. Ulmer Verlag Stuttgart, p. 467.
- GOIX, J. (1980). La lutte contre les limaces. *Phytoma-Défense des cultures*, Septembre-Octobre 80, 5-9.
- JOHNSON, I. J. (1975). New developments in seed pelleting and seed coating, with special reference to rangeland improvement. *Outlook on Agriculture*, **8** (5) : 281-283.
- JEFFS, K. A. (1978). Seed treatment. Cipac Monograph 2, Heffers Printers Ltd, Cambridge, England, p. 99.
- LONGDEN, P. C. (1975). Sugar beet seed pelleting. *ADAS Quarterly Rev.*, **18** : 73-80.
- MOENS, R. (1971). Test d'efficacité de quelques nouvelles préparations molluscicides pour la lutte contre les limaces. *Mededelingen Fakulteit Landbouw Wetenschappen Gent*, **36** (1) : 216-223.
- MOENS, R. (1972). Contrôle de l'efficacité des granulés hélicides en laboratoire. *Mededelingen Fakulteit Landbouw Wetenschappen Gent*, **37** (2) : 816-823.
- MOENS, R. (1980). Le problème des limaces dans la protection des végétaux. *Revue de l'Agriculture*, **33** (1).
- MORIN, J. F. (1979). Betteraves : la désinfection des semences. *Cultivar*, Novembre et Décembre 1979.
- MORALES, V. M., GRAHAM, P. H., CAVALLO, R. (1973). Effect of inoculation method and liming on the nodulation of legumes in a Carimagua soil (Columbia). *Turrialba*, **23** (1) : 52-55.

- ROBINSON, F. E. et MAYBERRY, K. S. (1976). Seed coating, precision planting, and sprinkler irrigation for optimum stand establishment. *Agron. J.*, **68**, (4) : 694-695.
- ROOS, E. E. et MOORE, F. D. (1975). Effect of seed coating on performance of lettuce seeds in greenhouse sail tests. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, **100** (5) : 573-576.
- SEUTIN, E. (1975). Évolution de la lutte contre les ennemis entomologiques de la betterave. Semaine d'Étude Agriculture et Hygiène des Plantes, 8-12 Septembre 1975, Gembloux.
- SUAREZ-VASQUEZ, S. (1975). Study of adaptation and symbiotic nitrogen fixation of some tropical legumes. *Cenicafe*, **26** (1) : 27-37.
- THOMPSON, L. F. (1972). Coating legume seed with micro-nutrient fertilizer. *Arkansas Farm Res.*, **21** (5) : 11.