

# LE POINT SUR LES TECHNIQUES DE TRAITEMENT DES SEMENCES

par

B. SCHIFFERS et J. FRASELLE  
*Unité de Phytopharmacie*  
*Faculté des sciences agronomiques de l'État*  
*B-5800 Gembloux*

---

L'intérêt de la désinfection des semences, qu'il s'agisse de semences de céréales ou de plantes horticoles, ne doit plus être démontré, et ce type de protection chimique est sans doute le plus répandu et le plus vulgarisé dans le monde. En céréales, c'est une pratique tout à fait courante puisqu'elle concerne plus de 95% des céréales d'hiver (LORELLE, 1987). Le traitement des semences, complément naturel de programmes de sélection et de production semencière, est actuellement l'objet de beaucoup d'attentions de la part des plus importantes firmes du secteur phytosanitaire. Il représentait en France 3 à 4% de l'ensemble du marché phytosanitaire, mais sa part progresse selon DUPONT et DAVET (1987) de 20 à 30% par an. Le but du présent article est de situer l'évolution de la conception, des formulations et des techniques d'application mises en œuvre pour le traitement des semences.

Selon SEMAL (1982), les anciens se préoccupaient déjà de la désinfection des semences puisque «Pline l'Ancien (60.A.C.) recommandait de tremper les graines de céréales dans du vin ou dans un extrait de feuilles de cyprès, dont on sait aujourd'hui qu'il dégage de l'acide cyanhydrique. Varo préconisait de traiter les semences avec de l'huile d'olive, de la chaux, des cendres, du vinaigre ou de l'urine tandis que Virgile signale l'enrobage des semences avec de l'extrait d'olive ou de la soude en vue de prévenir les dégâts de charançon». En 1709, Chomel aurait proposé de traiter les semences de blé avec de la saumure, de l'alun et de la chaux contre la carie. Le XIX<sup>e</sup> siècle voit les traitements des semences au sulfate de cuivre se généraliser avec succès (JEFFS, 1978). Après 1914, apparaissent les désinfections de semences à l'aide des fongicides organo-mercuriques, mais, à cause des problèmes de tenue des produits sur les graines et de variation de la dose par semence responsable de

ANNALES DE GEMBOUX — 1988. 94 : 305-315.



phytotoxicité, il faudra attendre les années 60 pour que la nécessité et l'intérêt d'une désinfection des semences soient des idées bien établies auprès des agriculteurs. Jusqu'en 1976, les fongicides les plus utilisés pour le traitement des semences, et notamment des semences de betterave et de céréales, pour lutter contre les fontes de semis, ont été principalement les composés organo-mercuriques. En 1977, le chlorure d'alcolxyalkyle mercure a subi un retrait d'homologation en France (MORIN, 1979). De ce fait, la plupart des sélectionneurs et négociants ont pratiqué depuis des désinfections à l'aide de silicate de méthoxyéthyl mercure seul composé mercurique encore autorisé en France et en Belgique mais aujourd'hui ce dernier semble lui-même menacé de retrait, alors que de très nombreuses matières actives sont agréées pour le traitement des semences, seules ou en mélange (oxyquinoléate de cuivre, bétaxate, thirame, mancozèbe, manèbe et propinèbe, benomyl, carboxine et oxycarboxine, dérivé guanidine, captane et captafol, triadimenol, hymexazol, oxadixyl, iprodione, imazalil, phoséthyl-aluminium, nuarimol, fenfuram, flutriafol, etc.).

Du côté des insecticides, le traitement des semences a également eu tendance à se généraliser, spécialement en ce qui concerne les semences de betterave sucrière déjà enrobées pour le semis de précision. En 1973, après l'interdiction en France d'utiliser les cyclodiènes chlorés, l'heptachlore utilisé jusqu'à cette date en désinsectisation systématique des semences de betterave, a été remplacé par un insecticide carbamate : le mercaptodiméthur ou méthiocarbe. En Belgique, parmi les organo-chlorés, seul le lindane reste autorisé pour le traitement des semences. Il est utilisé en association avec de l'antraquinone et d'un composé à base de cuivre pour désinfecter les graines de céréales, les protéger contre les insectes du sol et éloigner les corvidés des semis. En 1975, un autre insecticide carbamate a été homologué en France pour le traitement des semences : le carbofuran, déjà connu comme insecticide microgranulé utilisé dans la raie de semis. En France, son application est réalisée à la demande de l'utilisateur et elle se substitue à la désinsectisation à l'aide de méthiocarbe réalisée par ailleurs de façon systématique par différentes firmes en Belgique, en R.F.A., en Hollande, en Autriche, etc. Plusieurs autres carbamates (furathiocarbe, benfuracarbe et autres générateurs de carbofuran) sont autorisés pour le traitement des semences et, en 1988, est agréée à cet usage la téfluthrine, première pyrèthriinoïde efficace en incorporation au sol, à la dose de 12 g de matière active par 100.000 semences enrobées.

Hormis dans le secteur des céréales, où le traitement de désinfection est traditionnel et généralisé, c'est pour la betterave que les progrès réalisés dans



le traitement des semences ont été les plus spectaculaires. En 1972, 600 000 hectares de betteraves étaient ensemencés à l'aide de graines enrobées. En 1986, 70% des betteraves en France – 95% selon MORIN (1979) – et au moins 90% des betteraves belges sont installées avec des graines enrobées. Cela représente respectivement pour la France et la Belgique, environ 1300 tonnes et 400 tonnes de semences enrobées.

#### **Buts et avantages du traitement des semences**

Il est généralement admis que le traitement des semences est non seulement le moyen le plus économique pour lutter contre maladies et déprédateurs, mais aussi, du fait notamment de la localisation des dépôts, la méthode d'application la moins dommageable pour l'environnement.

Les buts assignés aux traitements des semences se sont considérablement multipliés les dernières années avec le développement de cette technologie, et d'autant les qualités et avantages qu'on lui reconnaît. Il convient de distinguer les traitements de désinfection (sensu lato) et l'enrobage des semences.

Les traitements de désinfection visent à protéger la germination des graines et le développement des jeunes plantules contre les agents de fonte des semis présents dans le sol (*Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia* spp., etc.), à lutter contre les pathogènes présents à la surface des semences (*Phoma* spp., *Colletotrichum* spp., *Ascochyta* spp., *Sclerotinia* spp., *Tilletia* spp., ...) ou à l'intérieur des graines (*Ustilago* spp. pour l'orge ou le blé, *Sclerospora* spp. pour le maïs) (HEWETT et GRIFFITHS, 1978). Les traitements des semences servent de répulsifs contre les oiseaux (anthraquinone, triacétate de guazatine, endosulfan ou methiocarbe en maïs contre les dégâts de faisans) et préviennent les attaques d'autres ravageurs animaux (mouche grise des céréales, taupins du maïs, atomaires, nématodes et pucerons de la betterave, nématode des tiges, etc.). Toutefois, compte tenu des faibles quantités de produit et du mode d'application, ces traitements des semences ont le plus souvent une action de courte durée (de quelques jours à quelques semaines).

La graine enrobée est considérée aujourd'hui comme un vecteur phytosanitaire intéressant pour une protection échelonnée de la culture, au même titre que les microgranulés par exemple, grâce à l'incorporation de matières actives systémiques. Cette notion nécessite cependant la mise en œuvre de techniques de traitement des semences beaucoup plus sophistiquées que pour la simple désinfection. Mais l'enrobage est aussi utilisé aujourd'hui pour l'apport au



niveau des semences de substances de croissance, de fertilisants (FARLEY et DRAYCOTT, 1978), de microorganismes (*Rhizobium* et autres bactéries, de cryptogames antagonistes de champignons pathogènes ou de nématodes, peut-être bientôt de mycorhizes) (MORALES *et al.*, 1973 ; SCHIFFERS *et al.*, 1982 ; SIKORA, 1988 ; SUAREZ-VASQUEZ, 1975).

Le traitement par enrobage des semences permet encore de réduire les surfaces traitées, d'économiser l'eau de pulvérisation, la matière active et les semences (JOHNSON, 1975), de réaliser deux opérations en une (semis et traitement), de faciliter leur conditionnement et emballage, d'exécuter des semis aériens (BAILIE et ELWARD, 1980), etc. Avec l'incorporation aux enrobages de matières actives systémiques préparées dans une formulation à libération retard, le fait que le produit soit placé où il cause le moins de dommages à l'environnement, en respectant les insectes auxiliaires et la microfaune du sol, explique que cette technique soit plus efficace qu'aucune autre méthode d'application pour le respect de l'environnement (TOMS, 1983 ; SCHIFFERS, 1987). Sous cet angle, le traitement des semences apparaît indispensable dans le cadre de la lutte intégrée mais peut également prendre place parmi les méthodes de lutte biologique.

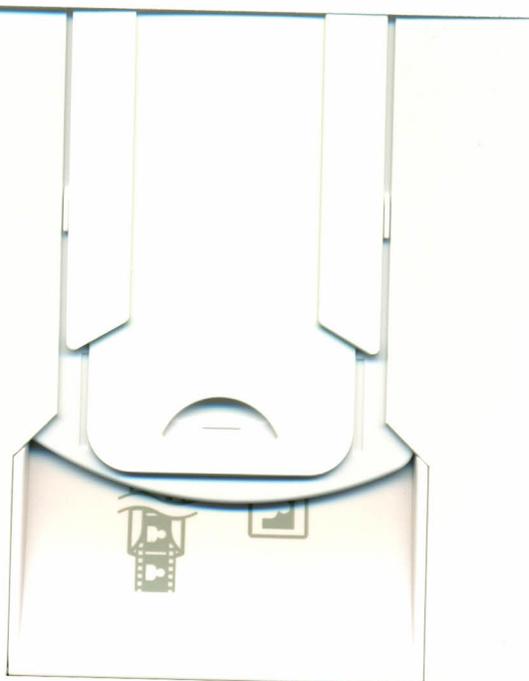
### Formulations pour le traitement des semences

Le traitement doit assurer, non seulement une répartition régulière et suffisante des matières actives sur toutes les semences du lot traité, mais aussi leur présence durable sur les semences. L'adhésivité est donc un critère de qualité très important. Il ne doit pas non plus provoquer une humidification exagérée des semences pendant ou après l'opération sous peine d'accident physiologique réduisant le niveau de la qualité germinative du lot traité (DUPONT et DAVET, 1987 ; MORIN, 1984).

Cinq types de formulations conçues pour le traitement des semences peuvent être signalés. Nous les présenterons sous leur sigle selon le Code International G.I.F.A.P. en distinguant les formulations solides des formulations liquides (les semences traitées portant le sigle PS).

#### a) LES FORMULATIONS.

Elles sont au nombre de trois : formulations DS, SS et WS ; soit une poudre pour enrobage à sec (DS) à appliquer en l'état, une poudre soluble (SS) ou une poudre mouillable (WS) à appliquer sur les semences sous forme de bouillie concentrée ou «slurry».



## b) LES FORMULATIONS LIQUIDES.

Elles doivent être appliquées en l'état ou après dilution. Il existe la suspension concentrée stable (FS) et les solutions liquides (LS).

Suivant en cela l'évolution des autres types de formulation des produits phytopharmaceutiques, les formulations liquides sont préférées aux formulations solides pour leur facilité d'emploi, leur sécurité d'utilisation grâce à l'absence de poussières toxiques, la répartition plus régulière de la matière active sur les semences et la meilleure fluence dans le semoir des semences traitées.

Les poudres à poudrer sont encore utilisées pour les traitements à la ferme, les stations de traitement industriel travaillant avec des bouillies. Pour éviter le recours à des installations coûteuses et sophistiquées de traitement, les formulations seront à base d'eau plutôt que de solvants. Signalons que de nouvelles formulations, microcapsules et suspoémulsion, apparaissent pour le traitement des semences.

## Méthodes et techniques d'application

### a) LES CONTRAINTES DE L'APPLICATION.

Efficacité et sélectivité sont les deux grandes qualités requises pour les produits de désinfection. La technique d'application doit assurer avant tout une bonne répartition des produits sur les semences faute de quoi, les graines insuffisamment traitées risquent de souffrir d'un manque d'efficacité, les autres au contraire de phytotoxicité. Dans les deux cas l'effet est le même : disparition de la plantule. Les prescriptions s'expriment encore en dose par quintal de semences, mais notre propre expérience (SCHIFFERS *et al.*, 1987) montre que dans le cas d'enrobage de grosses graines avec des insecticides systémiques la dose peut se définir par semence. La répartition est alors primordiale et un calibrage avant le traitement proprement dit s'impose (SCHIFFERS, 1986).

Selon MORIN (1979), les 4 principales contraintes sont : la difficulté de répartition, surtout pour les produits utilisés à faible dose, la difficulté de fixation sur la semence pour les produits s'utilisant à forte dose, l'obligation de ne pas détériorer la matière active appliquée par évaporation ou élévation de température, l'obligation de ne pas avoir de déperdition une fois le produit réparti.



b) LES TECHNIQUES D'APPLICATION.

En fonction de la charge déposée sur les semences, nous distinguerons les traitements de «semences nues», les «semences pelliculées» et les «semences enrobées». Nous décrivons brièvement ci-après le principe des méthodes utilisées pour ces traitements et nous comparons leurs avantages et inconvénients dans le tableau 1.

TABLEAU 1

Comparaison des caractéristiques et des avantages des diverses techniques de traitement des semences.

	<i>Semences «nues»</i>	<i>Semences «pelliculées»</i>	<i>Semences «enrobées»</i>
<i>Forme de la semence modifiée</i>	Non	Non	Oui
<i>Séchage</i>	Nul ou faible	Rapide	Important, long et délicat
<i>Fluence dans le semoir</i>	Médiocre	Bonne à très bonne	Excellente
<i>Adhésivité</i>	Médiocre	Bonne à très bonne	Excellente
<i>Coût</i>	Faible	Moyen	Élevé
<i>Usages et avantages</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Désinfection</li> <li>- Répulsifs</li> <li>- Prix</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Désinfection</li> <li>- Protection plus longue</li> <li>- Prix compétitif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Désinfection</li> <li>- Semis en place</li> <li>- Relargage programmé</li> <li>- Incorporation de microorganismes, de fertilisants, etc.</li> </ul>

**Traitement en «semences nues»**

C'est, avec le trempage dans une solution désinfectante, la plus ancienne méthode de traitement. La charge appliquée aux semences est de l'ordre de quelques ‰ de leur propre poids. Les semences peuvent être traitées par des formulations solides ou liquides. Les appareils destinés à réaliser ce type de traitement vont du simple fût excentré ou de la bétonnière jusqu'à des machines spécialement conçues à cet usage. De nombreux modèles existent travaillant en continu (jusqu'à 400 quintaux par heure selon DUPONT et DAVET (1987) ou en discontinu (jusqu'à 120 quintaux par heure). Le principe consiste à mettre les semences en mouvement pour les faire passer au contact



de la bouillie distribuée en un point fixe de l'appareil, dans la chambre de traitement. Les semences sont déplacées par différents moyens : vis sans fin, cylindre tournant, flux d'air ou plateau tournant.

Les appareils ne sont malheureusement pas standardisés. Certains ne permettent d'appliquer que des formulations liquides, d'autres seulement des formulations solides (TOMS, 1983). D'autre part, les diverses formulations ne sont pas toujours compatibles entre elles et, lorsque les semences doivent recevoir successivement plusieurs produits, formulés en WS par exemple, la quantité de solide à faire adhérer aux semences peut excéder largement la capacité naturelle de rétention de la poudre à la surface de celles-ci. C'est pour résoudre ce type d'inconvénient que les traitements de pelliculage ont été développés.

#### Traitement en «semences pelliculées»

La charge solide déposée sur la semence va de quelques dixièmes de % (pelliculage proprement dit) à quelques % de son poids (micro-enrobage). Les semences sont traitées avec des formulations conçues pour laisser, après évaporation de l'eau ou du solvant, un vernis microporeux autour des semences, fixant ainsi les matières actives sans nuire à la fermentation (DUPONT et DAVET, 1987). Cette technique permet d'obtenir certains avantages de l'enrobage (uniformité du traitement, charge solide importante par semence, excellente fluence dans le semoir, persistance du traitement, voire relargage échelonné de produit) pour un coût peu élevé par rapport aux «semences nues». Le séchage est superflu pour les formulations à base d'eau, mais obligatoire pour l'élimination des solvants.

Des solutions ou des suspensions de ces adhésifs prêts à l'emploi existent dans le commerce.

#### Traitement en «semences enrobées»

##### a) GÉNÉRALITÉS.

L'enrobage est une technique de dragéification grâce à laquelle on donne à la semence traitée l'aspect d'une bille. La charge va de quelques dizaines de % pour les grosses semences (pois, soja, maïs, féverole) à plusieurs fois le poids des semences (betterave, colza, tabac, semences légumières). Cette charge se compose de couches qui sont déposées successivement autour des semences et auxquelles sont incorporées la ou les matières actives. Habituelle-



ment, les pesticides sont intégrés à l'enrobage par pulvérisation d'une bouillie concentrée à un instant donné du processus ; ils peuvent donc être positionnés plus ou moins loin de la graine ce qui améliore au besoin la sélectivité du traitement.

Ce type d'enrobage, nettement plus coûteux, se justifie dans le cas où les semences sont très petites, chères, irrégulières de sorte qu'il est impossible d'obtenir un semis correct et que des opérations ultérieures de dégarnissage seront nécessaires (cas des endives, radis, laitues, carottes, etc.). C'est également ce type d'enrobage qui est utilisé pour servir de vecteur aux microorganismes ou pour obtenir des effets importants de libération échelonnée de pesticide à partir de l'enrobage réservoir (SCHIFFERS et FRASELLE, 1982).

#### b) ENROBAGE AVEC DES FORMULATIONS RETARD.

Mais la matière active peut être incorporée à une résine biodégradable ou encapsulée dans un polymère naturel préalablement à l'enrobage des semences. La résine broyée ou les capsules calibrées sont ensuite mélangées aux autres matières de charge. La libération lente et progressive de la matière active assure une longue persistance d'action de celle-ci dans le milieu extérieur (SCHIFFERS, 1986).

L'utilisation de carbofuran radiomarqué au C14 a permis de mesurer, par un test de laboratoire, l'effet de rétention de diverses formulations d'enrobage comparativement aux performances enregistrées pour ce critère par un microgranulé titrant 5% de carbofuran. Des semences enrobées et des microgranulés contenant une même quantité de matière active sont immergés pendant 24 heures dans un Büchner. Au terme de cette période, la quantité de carbofuran libérée dans le volume d'eau est mesurée et exprimée en % de la teneur initiale totale. En calculant le rapport de la quantité d'eau nécessaire pour entraîner 95% du carbofuran pour les enrobages et pour un microgranulé ( $R = V_{95} \text{ enrobages} / V_{95} \text{ microgranulés}$ ), on peut voir qu'une formulation de carbofuran à base de résine urée-formaldéhyde a un pouvoir de rétention trois fois supérieur à celui du granulé de référence. Ces résultats sont illustrés dans le tableau 2.

D'autre part, il ressort de l'étude de la métabolisation de ce pesticide radiomarqué chez la fève et le soja que, à quantités initiales de produit égales, les tissus des plantes traitées par enrobage sont plus riches en carbofuran et en 3-hydroxycarbofuran (son métabolite principal) après 35 et 107 jours que ceux appartenant à des plantes traitées par incorporation au sol. Des pucerons verts (*Acyrtosiphon pisum* Harris) déposés sur les plantes de se-



TABLEAU 2

Pourcentage des quantités de carbofuran restant dans les enrobages quand les microgranulés sont épuisés (A) et valeurs du rapport R ( $V_{95}$  enrobages/ $V_{95}$  microgranulés).  
*La matière active est soit pulvérisée pendant l'enrobage, soit incorporée dans une résine d'urée-formaldéhyde, soit encapsulée dans une matrice de xanthate d'amidon (voir texte).*

Formulations	A (en %)	Volume d'eau nécessaire pour libérer x% de la quantité totale de carbofuran			R
		50	75 (mL)	95	
Microgranulés (Curater 5G)	0	90	120	180	1.0
Enrobage classique, m.a. pulvérisée	26	125	200	275	1.5
Incorporation dans une résine d'urée-formaldéhyde	22	120	210	540	3.0
Encapsulation dans le xanthate d'amidon	23	125	175	300	1.7

mences enrobées ne peuvent s'y installer 35 jours après le semis, alors que les colonies se développent à ce moment sur les autres plantes.

En champ, pour des semences de féverole enrobées avec 3 mg de matière active par semence, l'effet du relargage prolongé de carbofuran permet de maintenir les populations du nématode des tiges (*Ditylenchus dipsaci* (Fil.) Kühn) à un niveau très faible pendant 117 jours depuis le semis, et d'empêcher efficacement les infestations de pucerons noirs (*Aphis fabae* Scop.). Les rendements sont significativement supérieurs à ceux du témoin, les meilleurs résultats (+ 58%) étant ceux obtenus avec une formulation à base d'une résine d'urée-formaldéhyde enrichie en carbofuran (SCHIFFERS *et al.*, 1987).

### Perspectives

De nombreuses semences continueront à être désinfectées par les procédés classiques, par voie sèche ou par voie humide («slurry»), ces méthodes donnant les résultats attendus de destruction des germes portés par les semences et de protection des plantules contre les agents de fonte de semis.

Les semences fines, notamment de légumes, seront de plus en plus enrobées de façon à permettre le semis de précision qui entraîne une nette économie de



semences et d'entretien ultérieur des semis. Mais à cet objectif de départ, on peut aussi ajouter une dimension phytosanitaire intéressante.

Des semences utilisées en tonnages importants peuvent déjà être traitées par pelliculage au moyen de divers types de polymères mais il reste à étudier davantage les aspects biologiques liés aux produits phytopharmaceutiques inclus dans le système.

Certaines semences pourront être enrobées de façon à introduire des quantités de produits systémiques assurant une protection de relativement longue durée, le coût du procédé étant justifié notamment par l'économie de traitements ultérieurs. Des études complémentaires sont encore nécessaires, du moins dans certains cas, pour mieux connaître le devenir des produits dans les plantes, dans le sol et l'environnement sans négliger le problème des interactions éventuelles entre les diverses matières actives incorporées.

Mais ce dernier procédé représente un potentiel encore insuffisamment exploité en ce qui concerne l'introduction dans l'enrobage :

- d'oligoéléments,
- de régulateurs de croissance,
- d'organismes vivants tels : les *Rhizobium* de légumineuses, les bactéries de la rhizosphère assurant une meilleure exploitation des minéraux du sol, d'antagonistes de parasites des racines ou de la base de la tige.

Au total, le traitement des semences qui est un procédé ancien et en grande partie généralisé a encore devant lui de très belles perspectives de développement.

#### REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier le Prof. Ph. Drèze, Chaire de Physique (FAGEM) et le Comité d'Application des Méthodes Isotopiques aux recherches Agronomiques (CAMIRA-IRSIA) en la personne de Mme M.-C. Gasia-Paquot et son équipe.

#### RÉFÉRENCES

- BAILIE, T. S., ELWARD, M. (1980). Aerial sowing of coated seeds. *Agri Trade*, December 1980.
- DUPONT, B., DAVET, Ph. (1987). La mise en œuvre du traitement des semences. *Phytoma*, 389 : 23-25.
- 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 : 71-83.



- HEWETT, P. D., GRIFFITHS, D. C. (1978). The biology of seed treatment. CIPAC Monograph 2, Heffers Printers Ltd, Cambridge, England : 4-9.
- JEFFS, K. A. (1978). Seed treatment. CIPAC Monograph 2, Heffers Printers Ltd, Cambridge, England, 99 pp.
- 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.
- LORELLE, V. (1987). Les spécialités récentes utilisables en traitement des semences de céréales. *Phytoma*, 389 : 27-28.
- 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 : 52-55.
- MORIN, J. F. (1979). Betteraves : la désinfection des semences. *Cultivar*, 123 : 34-37.
- MORIN, J. F. (1984). Protection des cultures et enrobage des semences. *Phytoma*, 357 : 35-38.
- SCHIFFERS, B., CORNET, D., FRASELLE, J., BALANDI MBOKAUNDA (1982). Étude de l'association du Rhizobium et de l'insecticide carbofuran dans le pralinage des semences de soja (*Glycine max* (L.) MERIL). *Parasitica*, 38, 2 : 55-63.
- SCHIFFERS, B. C., FRASELLE, J. (1982). L'enrobage des semences : perspectives actuelles et futures. *Annales de Gembloux*, 88 : 165-175.
- SCHIFFERS, B. C. (1986). L'enrobage des semences de fève (*Vicia faba* L.) en tant que formulation à libération contrôlée de matière active. Dissertation originale, Faculté des Sciences Agronomiques de l'État à Gembloux.
- SCHIFFERS, B. C., DREZE, Ph., FRASELLE, J. et GASIA, m. C. (1987). Seed-coatings as controlled release formulations : evaluation by radiosotopic techniques and yield estimation for the control of the stem nematode in field beans. Colloque international sur la modification des perspectives dans le domaine des produits agrochimiques, IAEA-SM-297/2 : 205-218.
- SEMAL, J. (1982). Phytopathologie et géopolitique. La Maison Rustique, Paris, 270 pp.
- SIKORA, R. A. (1988). Rhizobacteria seed treatment for the biological control of plant parasitic nematodes. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, 53 (sous presse).
- SUAREZ-VASQUEZ, S. (1975). Study of adaptation and symbiotic nitrogen fixation of some tropical legumes. *Cenicafe*, 26, 1 : 27-37.
- TOMS, A. M. (1983). New techniques in seed treatments. *EPPO Bull.*, 13, 3 : 471-474.

