

## L'ENROBAGE DES SEMENCES EN TANT QUE VECTEUR PHYTOSANITAIRE POUR UNE PROTECTION A LONG TERME

J. FRASELLE ET B. SCHIFFERS

Chaire de Phytopharmacie  
Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat  
B-5800 GEMBLoux (Belgique)

### Résumé

L'enrobage a été réalisé suivant la technique du "rolling" avec un mélange comprenant des matières de charge, des collants et une ou plusieurs matières actives à action systémique. Le but est d'obtenir par ce traitement une protection d'une culture annuelle aussi longue que possible sans toutefois courir le risque d'avoir des résidus indésirables sur le produit récolté. Ce système a été appliqué à des semences de maïs, de fêverole, d'escourgeon, d'orge de printemps et de blé d'hiver. Pour chaque culture des problèmes phytosanitaires spécifiques ont été envisagés soit respectivement la lutte contre le taupin et l'oscinie en maïs, contre les pucerons en fêverole, contre les maladies fongiques et les limaces en céréales.

### 1. Introduction

Lorsque l'on procède à l'application de produits phytopharmaceutiques par pulvérisation, c'est la totalité du sol ou de la culture qui est traitée, avec toutes les répercussions qu'un traitement aussi généralisé peut avoir au niveau de l'environnement.

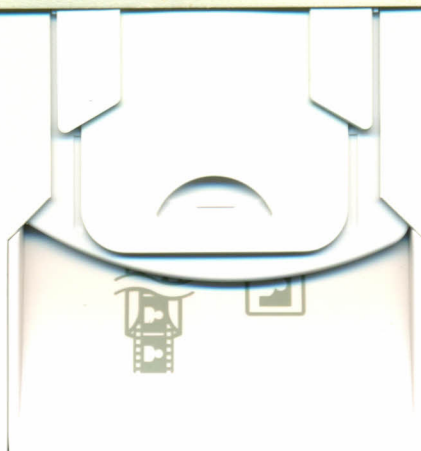
Pour certaines cultures (maïs, betterave), la surface réellement traitée est déjà considérablement réduite par la localisation des pesticides, formulés en microgranulés, dans la raie de semis. On estime que la surface traitée ne dépasse pas 6 à 7% du total.

Il est logique de penser à ponctualiser encore davantage les dépôts de matière active par leur incorporation dans l'enrobage des semences; il suffit de faire intervenir une charge suffisante sur les graines pour appliquer les quantités de matières actives nécessaires à une protection à long terme.

### 2. Matériel et méthodes

#### 2.1. 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 (JEFFS, 1978; LONGDEN, 1975).

La sphère d'enrobage en métal (ou en verre, telle celle construite au laboratoire par le Prof. J. FRASELLE), tourne sur elle-même à vitesse variable. Sa rotation entraîne celle des semences disposées à l'intérieur qui se mettent à rouler les unes sur les autres. Ce mouvement est mis à profit pour les charger d'un mélange de matières de charge et de collants qui assurent la cohésion de l'ensemble et l'adhésion de l'enrobage à la graine. L'alternance d'addition d'eau et de séchages permet de solubiliser les collants et de les fondre dans la masse, pour obtenir en fin d'opération une matrice solide et sèche autour des semences.

L'incorporation de matières actives aux enrobages peut se faire en cours d'opération, ou en mélange aux matières de charge.

#### 2.1.1. Les matières de charge :

Il s'agit le plus souvent d'argiles, par exemple la BENTONITE WYOMING (une montmorillonite quasi-pure), et un silicate de synthèse ou un oxyde de silice synthétique, type PERLITE.

Les argiles sont utilisées en raison de leur capacité de sorption qui permet de fixer à leur surface momentanément la ou les matières actives que l'on veut incorporer.

Les silicates de synthèse, en raison de leur faible densité, allègent le mélange et lui donnent son volume.

L'addition de talc en couche externe rend la surface des graines enrobées plus lisse, facilitant leur écoulement régulier dans le semoir.

#### 2.1.2. Les matières actives :

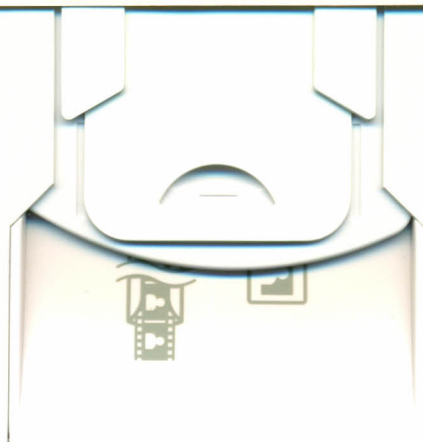
Elles sont choisies en fonction du problème envisagé, mais elles doivent toutes être systémiques. On incorpore aux enrobages des formulations de matières actives (poudre mouillable, suspension concentrée etc...) et non des matières techniques.

La dose optimale en matière active dans l'enrobage se définit comme 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. On crée autour de la semence et dans le sol environnant un réservoir localisé de protection.

#### 2.2. Réalisation des essais

Les essais en champs ont été réalisés avec des semences enrobées de maïs, de féveroles, d'escourgeon, de blé d'hiver et d'orge de printemps.

Les semences préparées au laboratoire sont testées quant à leur pouvoir germinatif préalablement au semis. Celui-ci est manuel (maïs, féveroles) ou mécanique (maïs et autres céréales).



### 3. Résultats

#### 3.1. Essais sur maïs

Le but des 2 essais était d'observer l'effet de l'enrobage des semences sur la protection des plantules de maïs contre les attaques de taupins (*Agrion sp.*) et de la mouche de frit (*Oscinella frit L.*), l'insecticide systémique utilisé étant le carbofuran.

L'enrobage a représenté une charge d'environ 25% du poids des semences et a été réalisé selon la formule suivante : pour 100 gr de semences (variété LG11):

Bentonite	.....	15	gr
Perlite	.....	8,75	gr
Collant	.....	1,25	gr

Le carbofuran sous forme de suspension concentrée à 33% est incorporé à l'enrobage à raison de 2,4 gr de matière active. On ajoute en couche extérieure du talc pour environ 10% du poids des semences enrobées.

La dose de matière active appelée N correspond à celle qui est habituellement appliquée en maïs sous forme de microgranules dans la raie de semis, soit 600 gr de matière active/ha.

Essai n° 1 :  
-----

Cet essai comprenait 3 objets : le témoin (T), l'enrobage en dose normale ou (N) et en dose moitié (N/2). L'essai est réalisé en 4 blocs aléatoires complets dont les parcelles élémentaires sont 6 lignes de 2,5 m de long. Il a été implanté à Flavion, en Condroz, sur une ancienne prairie retournée.

Tableau 1.  
Attaques d'oscinies observées 26 jours après le semis  
et exprimées en nombre de plantules atteintes par parcelle.

	Bloc 1.	Bloc 2.	Bloc 3.	Bloc 4.	Moyennes
T	15	20	12	4	12,75
N/2	0	2	0	3	1,25
N	4	1	1	0	1,50

Après transformation des nombres selon  $Y = 2 \arcsin \sqrt{X/n}$ ,  
on procède à l'analyse de la variance à deux critères :

Variations	d°lib.	S C E	C M	F <sub>obs</sub>
Entre traitements	2	0,6770	0,3385	9,16*
Entre blocs	3	0,0785	0,0262	
Interaction	6	0,2216	0,0369	
Totaux :	11	0,9771		

## Essai n° 2 :

-----

Il comprenait 4 objets :

- le témoin (T)
- l'enrobage à la dose N (600 gr matière active/ha)
- l'enrobage à la dose N/2 (300 gr matière active/ha)
- application de granulés (G) de façon ponctuelle autour de la semence, à la dose N/2 (Méthode R. CAUSSIN).

L'essai est réalisé selon un carré latin 4 x 4, de parcelles élémentaires de 6 lignes de 2,5 m de long. Il a été implanté à Orstemrée (Condroz).

Tableau 2.

Les attaques de taupins ont été fortes et ont provoqué chez le témoin la disparition de nombreuses plantules. 16 jours après le semis, comptage du nombre de plantules par parcelle; les plantules saines sont au stade 3 feuilles.

	1.	2.	3.	4.		Moyennes
1.	T : 56	N/2 : 91	G : 85	N : 97	T	61,75
2.	G : 79	N : 89	T : 55	N/2 : 90	G	89,00
3.	N/2 : 81	G : 97	N : 86	T : 68	N/2	85,25
4.	N : 92	T : 68	N/2 : 79	G : 95	N	91,00

Après transformation des chiffres en arcsinus, on peut effectuer l'analyse de la variance à trois critères :

Variations	d°lib.	S C E	C M	F <sub>obs</sub>
Traitements	3	0,6799	0,2266	58,6*
Lignes	3	0,0218	0,0073	
Colonnes	3	0,1416	0,0472	
Var. résid.	6	0,0232	0,0039	
Totaux :	15	0,8665		

Tableau 3.

Nombre de plantes de maïs 104 jours après le semis.

	1.	2.	3.	4.		Moyennes
1.	T : 31	N/2 : 58	G : 57	N : 54	T	34,00
2.	G : 46	N : 48	T : 31	N/2 : 50	G	50,75
3.	N/2 : 50	G : 50	N : 56	T : 36	N/2	53,25
4.	N : 60	T : 38	N/2 : 55	G : 50	N	54,50

Analyse de la variance à trois critères :

Sources de variation	d°lib.	S C E	C M	F <sub>obs</sub>
Traitements	3	1.093,25	364,42	26,03***
Lignes	3	118,25	39,42	
Colonnes	3	20,25	6,75	
Var. résiduelle	6	84,00	14,00	
Totaux :	15	1.315,75		

Tableau 4.

A la récolte : analyse des rendements exprimés en kg d'équivalents-amidon par parcelle

	1.	2.	3.	4.		Moyennes
1.	T :1,94	N/2:3,34	G :3,05	N :3,91	T	7,36
2.	G :3,41	N :3,32	T :1,77	N/2:3,06	G	12,70
3.	N/2:3,48	G :3,46	N :3,21	T :1,95	N/2	13,01
4.	N :3,41	T :1,70	N/2:2,82	G :3,09	N	13,85

Sources de variation	d°lib.	S C E	C M	F <sub>obs</sub>
Traitements	3	6,5426	2,18	54,50***
Lignes	3	0,2324	0,08	
Colonnes	3	0,2802	0,09	
Var. résiduelle	6	0,2159	0,04	
Totaux :	15	7,2710		

### 3.2. Essais sur féveroles

Le but de cet essai est de tester l'efficacité du traitement par enrobage des semences pour le contrôle des pucerons noirs (*Aphis fabae Scop.*) et verts. On incorpore un insecticide systémique, le carbofuran.

L'enrobage représente une charge équivalente à 30% du poids des semences. La dose de carbofuran est de 6 mg par semence (la même quantité que pour le maïs).

Essai  
-----

L'essai comprenait 3 objets : le témoin (T), l'enrobage en dose (N) et l'enrobage en dose (3N). Il est construit en 2 blocs aléatoires complets, dont les parcelles élémentaires font 50 lignes de 1,5m (avec 10 graines/mètre). Il a été réalisé à Gembloux.

Les observations ont porté sur la levée et sur l'évolution des populations de pucerons dans les parcelles.

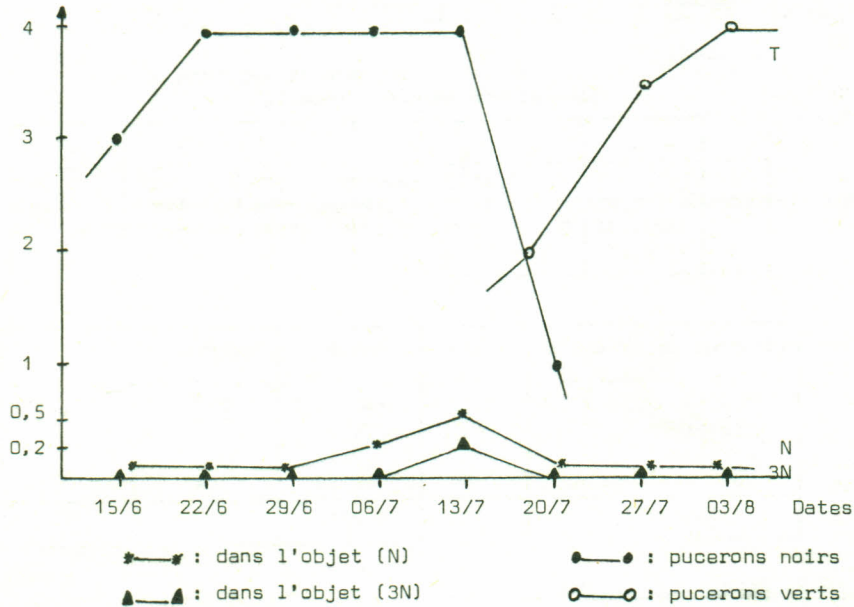
On constate à la levée une différence de taille entre les objets, les plantes issues des graines enrobées étant plus hautes que les témoins.

Pour suivre l'évolution des populations de pucerons, on prélève régulièrement une dizaine de plantes par parcelle et on compte ou on estime le nombre de pucerons par plante. En fonction de ce nombre, on attribue une cote de 0 à 4 (avec 4 = 1.000 pucerons/plante).

#### Graphique 1

Evolution des populations de pucerons (noirs et verts)

Cotes attribuées en fonction du nombre de pucerons (4 = 1.000/plante).



#### 4. Discussion

Les essais réalisés en maïs montrent l'efficacité de la protection phytosanitaire par enrobage des semences.

Les résultats de l'essai n° 1 (Tableau 1) indiquent que 30 jours environ après le semis, il existe une différence significative entre les traitements, exprimant l'efficacité des applications d'insecticide par rapport au témoin. Après 60 jours, cette différence se maintenait mais elle n'était plus statistiquement significative.

Les résultats de l'essai n° 2 (Tableaux 2, 3 et 4) montrent que le contrôle du taupin par les divers traitements a été très significatif par rapport au témoin. Les différences apparues très tôt après le semis se sont maintenues jusqu'à la récolte.

Il n'y a pas eu de différences significatives entre les deux doses appliquées par enrobage, N et N/2; on arrive donc au même résultat dans le contrôle des taupins et oscinies avec la moitié de la dose habituellement utilisée. En d'autres termes, il est possible de réaliser une économie de 50% de matière active si on l'applique par enroba-

ge des semences.

En féveroles, on constate que les parcelles traitées par enrobage se maintiennent indemnes de pucerons pendant toute la durée de la culture, alors que les témoins subissent de fortes infestations de pucerons noirs et de pucerons verts. La persistance d'efficacité du carbofuran incorporé dans l'enrobage est telle, qu'elle suggère que celui-ci a un effet de "slow-release", c'est-à-dire qu'il assure une libération échelonnée de la matière active.

Nous n'avons pas fait de dosages de carbofuran dans le sol, mais nos observations nous ont permis de constater le faible cône de diffusion de la matière active incorporée à l'enrobage : il n'y avait pas d'interaction entre deux plantes, l'une traitée et l'autre non, distantes de 15 cm environ. Il est donc possible par ce procédé de ponctualiser de façon extrême les dépôts de pesticides dans le sol.

La présence de résidus de carbofuran n'a pu être mise en évidence dans les plantes ou dans les graines de féverole à des teneurs supérieures aux limites de sensibilité de la méthode d'analyse : soit 800 ppb/m.s. pour les organes verts et 160 ppb/m.s. pour les graines.

A ces résultats présentés ci-dessus, il faut ajouter ceux obtenus en céréales (escourgeon, froment et orge de printemps).

L'expérimentation a porté sur la lutte contre les limaces noires (*Arion hortensis* Fér.) et grises (*Agriolimax reticulatus* Müll.), et contre les maladies dans les semis d'automne. L'incorporation de methiocarbe aux enrobages de semences d'escourgeon et de froment permet de protéger efficacement le semis et les jeunes plantules jusqu'à la sortie de l'hiver. La présence d'un fongicide améliore encore l'état sanitaire des plantes en fin de mauvaise saison en diminuant l'impact des attaques d'*Helminthosporium*, de *Rhynchosporium* et autres cryptogames.

L'enrobage des graines d'orge de printemps au moyen d'une série de fongicides a montré qu'il était possible par ce seul traitement de protéger la culture des attaques d'oïdium (*Erysiphe graminis*) et de rouille (*Puccinia hordei*) jusqu'à l'épiaison. Le mélange imazalil + triadimenol se révèle très intéressant à cet égard.

##### 5. Conclusions

La localisation extrême dans l'application des produits dans le sol et l'économie en matière active rendues possibles par ce système d'enrobage vont dans le sens des préoccupations actuelles de la phyto-pharmacie : augmentation de l'efficacité de la matière active et diminution de son impact sur la microfaune et la microflore des sols ainsi que le respect de plus en plus grand de l'environnement. Les études les plus récentes en matière d'écologie animale montrent tout l'intérêt de réduire au maximum les surfaces traitées (WIBBO, 1980).

L'enrobage ainsi conçu permet également de réaliser une économie de semences par le semis de précision, de faire deux opérations en une (semis et traitement), d'étaler la protection sur toute la durée de la culture, de supprimer les passages répétés, l'eau de pulvérisation et les erreurs de dosage, sans nécessiter l'achat d'un matériel spécialisé (type microgranulateur).

Il offre l'avantage particulier dans le cas de la féverole d'assurer une protection continue pendant toute la période de végétation alors que la croissance en hauteur des plantes empêche rapidement tout passage du pulvérisateur. La translocation interne de la matière active supprime tout risque de contact avec les auxiliaires ou les pollinisateurs.

Il reste maintenant à étudier les relations entre dose - persistance d'efficacité - et présence éventuelle de résidus au niveau des produits récoltés.

Enfin, il faut envisager l'incorporation d'un répulsif à l'égard des oiseaux et les risques d'intoxication des pollinisateurs s'il s'avérait que le produit était présent dans le nectar.

---

#### Remerciements

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

---

#### Bibliographie

- CAUSSIN R., 1978  
Synthèse des principes de sélection et de bon usage des techniques de traitements.  
Livre Blanc 1978 : 39-59 bis.  
Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat à Gembloux.
- DAGNELIE P., 1973  
Théorie et Méthodes Statistiques, Vol. I. p. 378.  
Presses Agronomiques de Gembloux, ASBL.
- DAGNELIE P., 1975  
Théorie et Méthodes Statistiques, Vol. II p. 463.  
Presses Agronomiques de Gembloux, ASBL.
- GREGOIRE-WIBO C., 1980  
Etude de l'effet de pesticides betteraviers sur certains ravageurs (atomaires) et sur la faune endogée et épigée participant à la fertilité du sol et au contrôle naturel de populations nuisibles (acariens, collemboles, carabides).  
I.B.A.B. - B.I.V.B., 1980/III: 133-165.



- 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 Review, 18: 73-80.

---

Summary

PELLETING OF SEEDS FOR A CONTROLLED RELEASE PROTECTION  
OF ANNUAL CULTURES

The rolling technique has been used to carry out the pelleting of seeds with a mixture of inert powders, cements and one or several pesticides with a systemic action.

The purpose of this treatment is to obtain a protection as long as possible of an annual culture but without any undesirable residues in the harvested product.

This treatment has been applied to seeds of corn, *Vicia faba*, winter and spring barley and wheat. For each type of culture a specific problem was regarded as the struggle against spring-beetle and *Oscinella frit* in corn's field, against aphids in bean's field, against cryptogamic diseases and slugs in cereal's fields.

---

