

# **TECHNOLOGIE DE LA PRODUCTION DE SEMENCES**



**J.P. SRIVASTAVA  
L.T. SIMARSKI**  
(éditeurs)

Le Centre International de Recherches  
Agricoles dans les Régions Sèches (ICARDA)

## *ICARDA et le CGIAR*

Le Centre International de Recherches Agricoles dans les Régions Sèches (ICARDA) a pour objectif général l'augmentation de la productivité du secteur agricole et la disponibilité des aliments dans les zones rurales et urbaines, ce qui permet d'améliorer le bien-être économique et social des pays en voie de développement, en particulier ceux de l'Afrique du Nord et de l'Asie de l'Ouest. Les activités du centre couvrent surtout les zones où la pluviosité en période d'hiver varie entre 200 et 400 mm par an. Le cas échéant, la recherche peut s'étendre aux zones de pluie ou d'irrigation saisonnière.

L'ICARDA est un centre mondial chargé d'améliorer les variétés d'orge, de lentille et de fève. Sur le plan régional il est chargé d'améliorer les variétés de blé et de pois chiche, les systèmes d'exploitation agricole, le bétail, les pâturages et les cultures fourragères. La formation des chercheurs en agriculture des pays en voie de développement et la vulgarisation des résultats des recherches menées font partie intégrante des activités de l'ICARDA.

L'ICARDA est un centre de recherche non-lucratif. Il a été établi en 1977 par le Groupe Consultatif pour la Recherche Agricole Internationale (CGIAR). Le CGIAR est une association non-officielle de donateurs comprenant des gouvernements, des organisations et des institutions privées qui soutiennent la recherche agricole à travers le monde entier dans le but d'améliorer la production agricole des pays en voie de développement. Cet objectif est achevé par le biais d'un réseau composé de 13 instituts internationaux de recherches dont l'ICARDA, qui étudient surtout les systèmes de production de plantes et d'animaux fournissant au monde en voie de développement les trois-quarts de ses approvisionnements en aliments.

# Technologie de la Production de Semences

*Édité par*  
**J.P. SRIVASTAVA**  
**L.T. SIMARSKI**  
*ICARDA, Alep, Syrie*

*Traduit par*  
**Lamia El Moubayed**  
*Université Libanaise, Faculté d'Agronomie*  
*Beyrouth, Liban*



*Le Centre International de Recherches Agricoles*  
*dans les Régions Sèches*  
*ICARDA, B.P. 5466, Alep, Syrie*

Le Centre International de Recherches Agricoles  
dans les Régions Sèches

ICARDA

BP. 5466, Alep, Syrie

Telex : 331206 SY ; 331208 SY ; 331263 SY

Téléphone : 213433 ; 213477 ; 235220 ; 234890

**BUREAU D'AMMAN**

Aux bons soins de la  
Faculté d'Agronomie,  
Université de Jordanie,  
Amman, JORDANIE

Tlx 21629 UNVJ JO  
Tel 843555 poste 2579

**BUREAU DU CAIRE**  
BP. 2416,  
Le Caire, Giza, EGYPTÉ

Tlx 091-21741 ICARD UN  
Tel 728099 ; 723564;  
724358

**BUREAU DE QUETTA**

Aux bons soins de  
l'Institut de Recherches  
dans les Régions Sèches,  
Conseil de la Recherche  
Agricole au Pakistan,  
BP. 362,  
Quetta, PAKISTAN

Tlx 7836 CTO QT PK  
Tel 73248

**BUREAU DE BEYROUTH**

BP. 114  
5055 Beyrouth, LIBAN

Tlx 22509 ICARDA LE  
Tel 813303 ; 804071

**BUREAU DE DAMAS**  
BP. 5908,  
Damas, SYRIE

Tlx 412924 ICARDA SY  
Tel 420482; 420483;  
331455

**BUREAU DE TUNIS**

BP. 84,  
2049 Ariana, TUNISIE

Tlx 14066 ICARDA TN  
Tel 230225

*Les points de vue exprimés dans ce document ne reflètent pas ceux de l'ICARDA. Ils sont propres aux auteurs qui assument par conséquent la responsabilité complète du contenu de leurs écrits. Le recours à un nom commercial n'implique, de la part du centre, aucune préférence ou discrimination de produits.*

---

L'édition anglaise de *Technologie de la Production de Semences* fut publiée en 1986. La traduction et l'impression de cette édition française furent possibles grâce à une subvention du Ministère des Affaires Etrangères du Gouvernement français.

---

## AVANT PROPOS

*L'emploi d'une technologie avancée de production de semences est primordial si on devait obtenir des semences améliorées, reconnues pour leur qualité supérieure. En outre, si la recherche au sein de l'ICARDA devait produire des résultats pratiques, il faudrait que ces semences arrivent aux agriculteurs. Ceux là, à leur tour, devraient être convaincus des avantages que l'utilisation de telles semences pourrait bien leur porter, ce qui engendrerait une augmentation tant en quantité qu'en qualité des aliments disponibles aux pays en voie de développement du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord; ceci étant l'objectif principal de l'ICARDA.*

*Les pays de la région diffèrent énormément tant par les systèmes d'exploitation que chacun a développés que par les conditions climatiques auxquelles les agriculteurs sont confrontés. Plusieurs variétés existent déjà dans ces pays, cependant, l'infrastructure de l'industrie de production de semences de la région, bien qu'elle ait atteint différents niveaux de développement dans les différents pays, a davantage besoin de consolidation. Ce document vient donc tracer les "règles fondamentales" régissant la production de semences, une pléthore d'options parmi lesquelles chaque pays doit choisir ce qui lui convient le plus. Les auteurs ont donc voulu produire un guide pratique destiné aux producteurs et techniciens, afin de les tenir au courant des dernières technologies disponibles.*

*L'idée de ce document a pris naissance lors d'un colloque qui a eu lieu en Mars 1981, auquel avaient assisté 33 spécialistes provenant de 16 pays en voie de développement. L'ICARDA et la Station d'Essais de Semences du Gouvernement Royal des Pays-Bas (RPvZ) avaient sponsorisé ce colloque, à l'issue duquel un cours de perfectionnement aux techniques de production de semences fut organisé à l'ICARDA même, pendant la période Avril-Mai 1981. Les spécialistes de 10 pays du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord y ont participé et les conférences tenues furent publiées en 1983 sous le titre "Technologie de la Production de Semences".*

*Au nom de l'ICARDA, je souhaite exprimer une profonde reconnaissance aux gouvernements des Pays-Bas et de la République Fédérale d'Allemagne de l'assistance considérable qu'ils nous ont offerte. Ces mêmes gouvernements ont également sponsorisé en 1984, le troisième cours de perfectionnement aux techniques de production de semences.*

*J'espère que cette version corrigée de la " Technologie de la Production de Semences", considérablement élaborée de façon à couvrir un choix plus global de sujets, puisse s'avérer utile aux cultivateurs de semences de la région et ailleurs dans le monde.*

Mohamed A. Nour  
Directeur Général  
ICARDA

# INTRODUCTION

*Les informations présentées dans ce guide pratique destinées aux producteurs et spécialistes de semences ont été recueillies principalement à partir de deux sources : l'expérience accumulée par les programmes nationaux de recherches au Moyen-Orient et en Afrique du Nord et la compétence des spécialistes qui ont élaboré et géré les cours de formation en technologie de semences dans cette région. Ce document est supposé servir de référence à tous ceux concernés par la production, le conditionnement, la commercialisation et la distribution des semences ainsi qu'aux auteurs de politiques agricoles.*

*La première partie de ce document présente un aperçu global sur l'état de développement de la production de semences dans la région et souligne les composantes de cette industrie. Elle est suivie par une série d'études de cas qui illustrent comment l'industrie de semences s'est développée dans les différents pays. La partie principale de ce document est consacrée aux méthodes et techniques de production de semences dont la certification, les essais, le conditionnement, l'entreposage et la commercialisation des semences. La dernière partie s'attaque aux problèmes spécifiques qu'affronte l'ICARDA lors de la production de semences de cultures auxquelles le centre attache une importance particulière.*

*Les éditeurs et l'ICARDA souhaitent exprimer une reconnaissance particulière de l'appui généreux offert par la Station Gouvernementale d'Essais de Semences (RPvZ) du Gouvernement Royal des Pays-Bas et de l'assistance supplémentaire offerte par l'Agence Allemande pour la Coopération Technique (GTZ).*

*Les efforts déployés par Mr. W.J. van der Burg du RPvZ et du Dr.P.K. Agrawal du Conseil Indien pour la Recherche Agricole (ICAR), sont les plus gracieusement reconnus. Sans leur révision des chapitres sélectionnés et leurs suggestions précieuses, ce document n'aurait jamais pu être produit sous cette forme.*

*Nous souhaitons exprimer également notre profonde reconnaissance à Mr. Alexander Heydendale, Attaché Agricole des Pays-Bas, pour le vif intérêt qu'il a porté aux travaux de production de semences entrepris par l'ICARDA et au Dr. G.J. Koopman (actuellement Directeur Général Adjoint de la Coopération Internationale, ICARDA) pour avoir arrangé l'appui financier des gouvernements des Pays-Bas et d'Allemagne. Nous remercions également Dr. Mohamed A. Nour, Directeur Général de l'ICARDA, pour son appui ferme des efforts fournis par le centre dans les divers domaines de production de semences, y compris ce document. Nous sommes également reconnaissants aux programmes nationaux de recherches opérant dans la région, pour nous avoir fourni des informations essentielles.*

*Des remerciements sont particulièrement adressés au Personnel du Programme d'Information Scientifique et Technique de l'ICARDA (STIP): Mme Fiona Thomson pour son assistance à la rédaction, Mme Sylva Cholokian pour la composition, Mr. Abdul Rahman Hawa et Mr.Hassan Khairallah pour le travail d'art et Mr. Fouad Wehbé pour l'impression. Mme Samira Maksoud du Programme des Céréales a pris soin de dactylographier le manuscrit.*

*Les Éditeurs*

# TABLE DES MATIERES

Avant Propos	iii
Introduction	v
<b>UNE INTRODUCTION A LA PRODUCTION DE SEMENCES</b>	
La situation de la production de semences dans la région déservie par l'ICARDA, J.P. SRIVASTAVA	1
Les composantes du programme de semences, A.J.G. VAN GASTEL	15
L'organisation et la gestion d'un programme de production de semences, G.P. TERMOHLEN	23
Les analyses des caractéristiques des variétés, A.J.G. VAN GASTEL	28
Le lancement et la promotion des variétés de semences renommées pour leur qualité, S. AHMED	36
<b>LES INDUSTRIES DE PRODUCTION DE SEMENCES DE PAYS SÉLECTIONNÉS</b>	
L'organisation de l'industrie de semences aux Pays-Bas: Accent porté sur les céréales, W.J. VAN DER BURG	45
Le développement de l'industrie de semences en Inde, P.K. AGRAWAL	51
L'industrie de semences au Kenya, A.J.G. VAN GASTEL	58
Le développement du programme de multiplication de semences en Syrie, NASSAN MOHAMMED	63
<b>PHYSIOLOGIE, MÉTHODOLOGIE, CONDITIONNEMENT ET COMMERCIALISATION</b>	

<b>Anatomie, développement et composition des semences, KEVIN BOYCE</b>	<b>67</b>
<b>Les régions appropriées à la production de semences, P.K. AGRAWAL</b>	<b>76</b>
<b>La certification des semences, P.K. AGRAWAL</b>	<b>79</b>
<b>Les divers aspects du contrôle de la qualité des semences, W.J. VAN DER BURG</b>	<b>89</b>
<b>L'échantillonnage des semences, W.J. VAN DER BURG</b>	<b>96</b>
<b>Les essais et le contrôle de la qualité des semences aux Pays-Bas, G.P. TERMOHLEN</b>	<b>106</b>
<b>Le contrôle de la pureté variétale : Quelques méthodes spéciales de laboratoire, A.J.G. VAN GASTEL</b>	<b>110</b>
<b>Une introduction au nettoyage des semences, W.J. VAN DER BURG</b>	<b>117</b>
<b>Une introduction à la détermination de la teneur en eau des semences, C. WITTE</b>	<b>139</b>
<b>Une introduction à l'analyse de pureté spécifique, W.J. VAN DER BURG</b>	<b>147</b>
<b>Réaction de coloration au phénol pour l'indentification des variétés de semences de blé, P.K. AGRAWAL</b>	<b>169</b>
<b>Physiologie de la germination et de la dormance des semences, P.K. AGRAWAL</b>	<b>171</b>
<b>Une introduction aux essais de germination, A. VAN GEFFEN</b>	<b>175</b>
<b>Détermination de la viabilité des semences par le test au Tétrazolium P.K. AGRAWAL</b>	<b>200</b>
<b>La vigueur de germination des semences : Concept et mesures, P.K. AGRAWAL</b>	<b>206</b>

<b>La transmission des maladies portées par les semences: Maladies principales portées par les semences de blé et d'orge,</b> <b>O.F. MAMLUK et J. VAN LEUR</b>	<b>215</b>
<b>Traitement des maladies portées par les semences de pois chiche et de lentille,</b> <b>M.V. REDDY</b>	<b>224</b>
<b>Le traitement des semences,</b> <b>M. DIEKMANN</b>	<b>237</b>
<b>L'entreposage des semences,</b> <b>P.K. AGRAWAL</b>	<b>246</b>
<b>La commercialisation des semences,</b> <b>A.J.G. VAN GASTEL</b>	<b>253</b>

#### **LA PRODUCTION DE SEMENCES DE CULTURES SÉLECTIONNÉES**

<b>Techniques de production de semences de plantes céréalières,</b> <b>H. KETATA</b>	<b>258</b>
<b>Les pratiques culturales en cours pour la production de semences de céréales,</b> <b>W.L. NELSON</b>	<b>263</b>
<b>Principes et techniques de production de semences de pois chiche,</b> <b>K.B. SINGH</b>	<b>270</b>
<b>Les techniques de production de semences de lentille,</b> <b>W. ERSKINE</b>	<b>281</b>
<b>Les problèmes de production de semences de plantes fourragères,</b> <b>S. CECCARELI</b>	<b>287</b>
<b>La production de semences de plantes fourragères: Accent porté sur les espèces autopollinisées,</b> <b>AHMED E. OSMAN</b>	<b>297</b>

#### **DOCUMENTATION**

<b>Documentation utile aux techniciens et spécialistes de semences,</b> <b>W.J. VAN DER BURG et A.J.G. VAN GASTEL</b>	<b>304</b>
--	------------

## La situation de la production de semences dans la région déservie par l'ICARDA

---

**J.P. Srivastava**

*Programme d'Amélioration des Céréales,  
ICARDA, BP. 5466, Alep, Syrie*

Les semences de qualité issues de variétés améliorées représentent la clé du progrès dans le domaine agricole. Le potentiel de production que les semences détiennent en plus de nombreuses autres caractéristiques délimitent leur production effective. Les autres intrants comme les engrais, les pesticides, les herbicides ainsi qu'une bonne gestion globale des cultures permettent de réaliser ce potentiel.

Depuis que les cultures ont été domestiquées, les semences sont devenues une denrée agricole importante. Le succès des cultures dépend en grande partie de la qualité des semences plantées. La meilleure des gestions ne peut en aucun cas produire un rendement élevé à partir d'une variété non-adaptée et à bas rendement. Si l'agriculteur s'aventure à semer un mélange de variétés sensibles aux maladies dont la hauteur et le cycle de vie des plantes sont différents, il risque d'obtenir un rendement assez maigre. En plus, les plantes malades risqueraient de contaminer sa récolte entière. Si la viabilité des semences est réduite, la levée serait médiocre. De même, si les semences sont mélangées aux matières inertes ou à des semences de mauvaises herbes, sa récolte serait infestée d'herbes et son rendement réduit.

Les agriculteurs sont de plus en plus instruits et conscients en matière de semences. Ils sont disposés à payer des prix élevés afin d'obtenir des semences de qualité issues de variétés améliorées. L'industrie de semences englobe une large gamme d'activités dont l'amélioration, la production et la certification des semences des cultures. Le contrôle de la qualité, le conditionnement et la commercialisation des semences font partie intégrante de cette infrastructure.

La région déservie par l'ICARDA comprend les pays de l'Asie de l'Ouest et de l'Afrique du Nord. Elle s'étend du Maroc à l'Ouest jusqu'au Pakistan à l'Est et de la Turquie au Nord jusqu'au Soudan au Sud. La production de semences et les activités correspondantes ne sont pas assez développées dans cette région et varient d'un pays à l'autre. Le manque de semences de variétés améliorées mises à la disposition des agriculteurs constitue une contrainte des

plus sévères limitant l'augmentation de la productivité de l'agriculture, ce qui rend la majorité des pays de la région incapables d'utiliser le fruit du travail d'amélioration des cultures entrepris par les centres nationaux et internationaux. Plusieurs pays possèdent de bons programmes d'essais et d'amélioration des cultures. Ils ne sont cependant pas équipés de bons dispositifs qui leur permettent de multiplier les variétés identifiées comme lignées supérieures. En dépit des efforts considérables de recherches, la plus grande partie de la surface cultivée est toujours plantée en cultivars de variétés anciennes qui ne réagissent pas aux pratiques culturales améliorées et qui sont sensibles aux maladies et aux ravageurs. En ce qui concerne les cultures auxquelles l'ICARDA porte un intérêt particulier, il a été noté que les efforts portés à la production de semences de blé sont beaucoup plus importants que ceux portés à la production de semences d'orge, de légumineuses alimentaires et de cultures fourragères.

Il est impératif de développer un programme fonctionnel de production de semences - ceci étant le maillon faible de la chaîne - parallèlement aux activités d'amélioration des cultures et aux essais de variétés. La plupart des pays de la région sont intéressés par l'amélioration globale des dispositifs de production, de certification, de contrôle de qualité, de conditionnement, d'entreposage et de commercialisation des semences. Un programme valable de production de semences exige une législation convenable, des activités entreprenantes d'amélioration des cultures, des agences efficaces de certification et de contrôle de qualité ainsi qu'un réseau minutieux de commercialisation et de distribution.

Divers facteurs influencent la production de semences dans les différents pays (Tableau 1). Dans la plupart de ces pays, les maladies entravent la production de semences bien que les problèmes occasionnés par les ravageurs ne soient pas aussi graves. Le manque de semences améliorées, de main d'oeuvre spécialisée et de dispositifs nécessaires constituent des contraintes supplémentaires. La plupart des pays doivent encore développer une législation efficace leur permettant de régler la production et la commercialisation des semences de qualité (Tableau 1) et de posséder les dispositifs adéquats aux essais, au conditionnement, à l'entreposage, au transport, à la commercialisation et à l'inspection sur champ des semences ainsi qu'à l'octroi des crédits (Tableau 2).

Pourtant, dans la plupart des pays, les dispositifs nécessaires à l'amélioration des variétés et aux essais de semences existent (Tableau 3). Plusieurs ont déjà instauré des réglementations pour le lancement des variétés. Leurs stations de recherches produisent les semences épurées dites de l'améliorateur, noyau des variétés lancées. Dans certains pays cependant, le lien entre semences de l'améliorateur (considérées être les semences noyaux), semences de fondation et semences certifiées est apparemment faible à cause de l'absence d'une agence de production et de certification de semences assez solide (Tableau 3). En plus, les dispositifs de contrôle de qualité, de conditionnement, de commercialisation et de distribution des semences ne sont

pas valables dans certains pays bien qu'ils constituent les composantes essentielles de l'infrastructure de la production de semences.

Le tableau 4 présente un aperçu sur l'état actuel de développement de l'industrie de production de semences de blé, d'orge, de fourrages et de légumineuses alimentaires dans 20 pays cibles. Les systèmes de production sont classés suivant l'ordre: développé, semi-développé, peu développé et non-existant. Huit pays seulement sont considérés développés et onze pays semi-développés en ce qui concerne la production de semences de blé tandis que pour les semences d'orge, un pays seulement est développé. Aucun pays n'est considéré développé quant à la production de semences de fourrages et de légumineuses alimentaires.

Pourtant, cette situation est en train de changer. Les programmes nationaux ont consolidé l'infrastructure de leurs industries de production de semences, secteur auquel beaucoup de dispositifs et de personnel qualifié ont été consacrés durant ces dernières années. L'ICARDA est activement engagé à assister les programmes nationaux dans ce domaine en assurant la formation de leur personnel, l'approvisionnement en semences de l'améliorateur et l'offre de conseils et de consultations. Au cours de l'année 1985, le centre a nommé un spécialiste chargé d'assister les programmes nationaux à améliorer leurs industries en vue notamment de produire des semences de qualité de variétés améliorées facilement disponibles aux agriculteurs.

### **Remerciements**

L'auteur est reconnaissant aux spécialistes des programmes nationaux pour avoir fourni des informations valables permettant de présenter les tableaux de ce chapitre, ces tableaux ne sont cependant utiles qu'à titre indicatif. Dans certains cas précis, les installations du pays auraient considérablement évolué depuis la collecte des données présentées. L'auteur serait reconnaissant de recevoir toute information concernant des changements parcellaires.

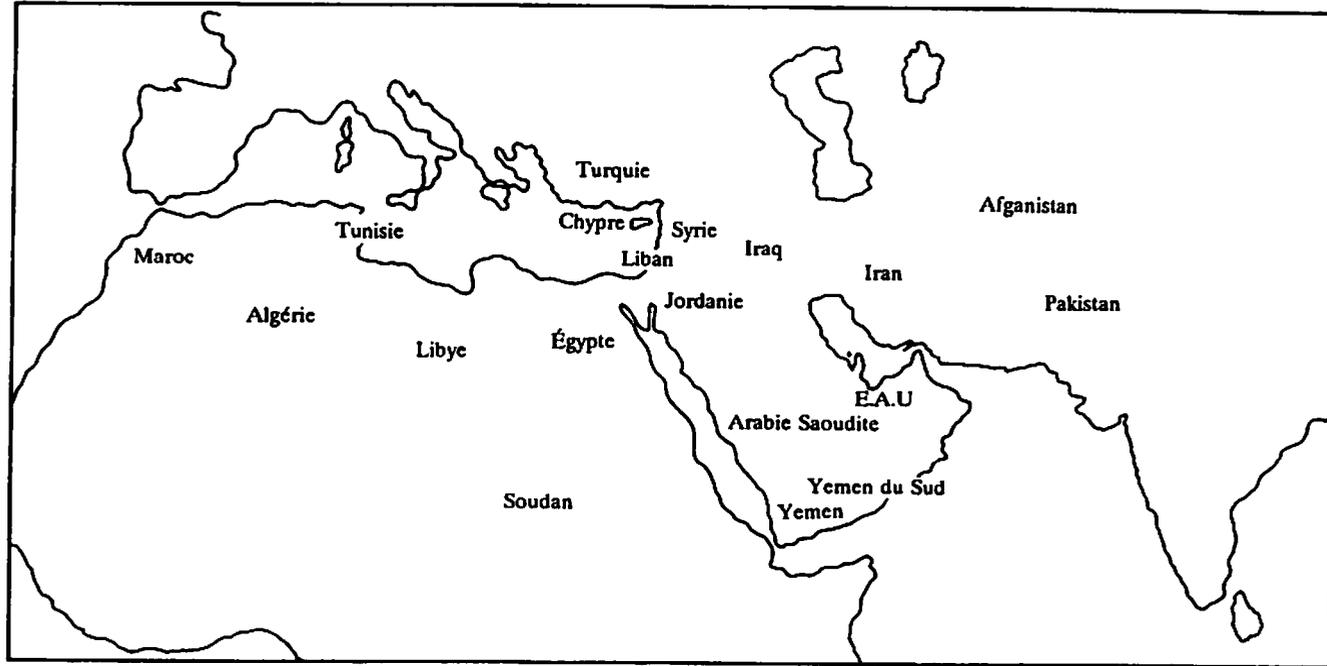


Fig. 1. La région desservie par l'ICARDA

Tableau 1. Facteurs influençant la production de semences dans différents pays (céréales d'hiver, légumineuses alimentaires et cultures fourragères).

Pays	Les facteurs							
	Maladies	Insectes	Disponibilité des semences améliorées*	Prix des semences	Conditionnement au laboratoire	Main d'oeuvre formée	Main d'oeuvre	Législations efficaces
Afganistan	Oui	Non	Oui	ND	Oui	Oui	Non	Oui
Algérie	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui
Bangladesh	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	ND
Chypre	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui
Égypte	Oui	Oui	Non	ND	Non	Non	Non	ND
Inde	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
Iran	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Non
Iraq	Oui	Non	Oui	ND	Non	Oui	Oui	ND
Jordanie	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non
Liban	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Non
Libye	Oui	Oui	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui
Maroc	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Oui
Pakistan	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Oui
Arabie Saoudite	Non	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non
Soudan	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non
Syrie	Oui	Non	Oui	Non	Non	Oui	Non	Non
Tunisie	Oui	Non	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui
Turquie	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	ND
R.A. du Yemen	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non
R.P.D. du Yemen	Oui	Non	Oui					

\* Les semences améliorées de blé sont disponibles dans la plupart des pays.

ND = Non disponibles.

Tableau 2. Situation actuelle des dispositifs des industries de semences de céréales d'hiver, de légumineuses alimentaires, et de cultures fourragères.

Pays	Les dispositifs							
	Laboratoire d'essais	conditionnement	entreposage	Personel formé	Réseau de transport	commercialisation	Inspection sur champs	Crédit
Afganistan	•	•	•	•	•	•	•	•
Algérie	#	#	•	•	#	•	#	#
Bangladesh	•	•	•	•	•	•	#	•
Chypre	#	#	•	#	#	#	#	#
Égypte	ND	•	ND	#	#	•	#	•
Inde	#	#	•	#	#	•	#	•
Iran	•	•	•	•	•	•	#	#
Jordanie	•	#	#	•	•	•	•	#
Liban	•	•	•	•	#	•	•	#
Libye	•	#	ND	•	•	#	ND	ND
Maroc	#	#	•	•	•	•	#	#
Pakistan	#	•	•	#	•	#	#	•
Arabie Saoudite	#	#	#	•	#	•	•	#
Soudan	#	#	•	•	#	•	#	•
Syrie	•	#	•	•	#	#	•	#
Tunisie	#	#	•	•	•	#	•	#
Turquie	•	•	ND	•	ND	•	ND	ND
R.A.du Yemen	•	•	•	•	#	#	•	•
R.P.D.du Yemen	#	#	•	#	•	•	•	•

# = Convenables.

• = A améliorer.

ND = Informations non disponibles à ce sujet.

Tableau 3. Les infrastructures de la production de semences (en particulier le blé) dans la région déservie par l'ICARDA.

Pays	Institutions			Production de semences			Agence de certification	Conditionnement	Laboratoire	Distribution
	Amélioration	Essais variétaux	Lancement	N	F	C				
Afganistan	.	.	.	.	.	.	ND	.	.	ND
Algérie	.	.	.	.	.	.	.	ND	.	.
Bangladesh	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chypre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Égypte	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Inde	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Iran	.	.	.	.	.	.	ND	.	.	ND
Iraq	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Jordanie	.	.	.	.	.	.	ND	.	ND	.
Liban	.	.	.	.	.	.	.	.	.	ND
Libye	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Maroc	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pakistan	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Arabie Saoudite	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Soudan	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Syrie	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tunisie	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Turquie	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
R.A. du Yemen	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
R.P.D. du Yemen	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

. = Existe.  
- = N'existe pas.

ND = Informations non disponibles à ce sujet.  
N = Nucléus.

Tableau 4. Etat de développement de la production de semences dans 21 pays.

Pays	Blé				Orge				Fourrages				Légumineuses alimentaires			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Afganistan			#					#				#				#
Algérie	#					#					#				#	
Bangladesh		#						#				#				#
Chypre	#				#					#				#		
Égypte	#						#			#					#	
Inde	#					#				#				#		
Iran	#						#					#				#
Iraq		#				#						#				#
Jordanie		#					#					#				#
Liban		#										#				#
Libye		#					#					#				ND
Maroc	#					#						#			#	
Pakistan		#						#				#				#
Arabie Saoudite		#						#								#
Soudan		#						#		#					#	
Syrie	#					#						#				#
Tunisie	#					#						#				#
Turquie		#					#			#						#
R.A. du Yemen		#						#				#				#
R.P.D. du Yemen		#						#				#				#

1. Développée  
2. Semi-développée  
3. Très développée

4. Non-existante  
ND = Informations non disponibles.

Tableau 5. Proportion des exigences (%) satisfaites par les dispositifs existants.

Pays	Blé	Blé dur	Orge	Fourrages	Pois chiche	Fève	Lentille
Afganistan	N	N	0	0	N	0	N
Algérie	50	50	30	10	N	N	10
Bangladesh	N	0	0	0	N	0	N
Chypre	60	45	60	60	0	0	0
Égypte	70	60	ND	ND	N	ND	ND
Inde	25	10	N	N	N	O	N
Iran	N	N	O	O	O	O	O
Iraq	20	10	N	O	O	O	O
Jordanie	N	40	N	O	O	O	O
Liban	25	25	10	O	O	O	O
Libye	60	40	60	N	N	N	O
Maroc	70	30	10	N	N	N	N
Pakistan	10	O	N	N	5	O	N
Syrie	40	40	N	O	N	O	O
Arabic Saoudite	60	O	O	O	O	O	O
Soudan	50	-	-	5	O	8	O
Tunisie	70	70	10	75	O	10	O
Turquie	ND	ND	N	N	N	N	N
R.A.du Yemen	25	O	O	N	O	N	O
R.P.D.du Yemen	40	N	O	O	O	O	O

N = Négligeable

O = Non existante

ND = Informations non disponibles.

Tableau 6. La surface totale cultivée en blé et les estimations des besoins en semences.

Pays	Surface <sup>1</sup> (1000 ha)	Les besoins en semences certifiées (1000 tonnes) <sup>2</sup>		
		Annuels	Remplacement tous les 5 ans	Remplacement tous les 10 ans
Afghanistan	2400	240	48	24
Algérie	1700	170	34	17
Bangladesh	265	27	5	3
Chypre	29	3	0,6	0,3
Égypte	584	58	12	6
Iran	4550	455	91	46
Iraq	1750	175	35	18
Inde	22220	2222	444	222
Jordanie	94	9	2	1
Liban	50	5	1	0,5
Libye	340	34	7	3
Maroc	1656	166	33	17
Népal	356	36	7	4
Oman	2	0,2	0,04	0,02
Pakistan	6696	670	134	67
Arabie Saoudite	85	9	2	0,9
Soudan	248	25	5	3
Syrie	1441	144	29	14
Tunisie	1134	113	23	12
Turquie	9300	930	186	93
R.A. du Yemen	75	8	2	1
R.P.D. du Yemen	15	2	0,4	0,2
<b>Total</b>	<b>54990</b>	<b>5501</b>	<b>1101</b>	<b>553</b>

<sup>1</sup> Tiré de l'annuaire de production de la FAO, Vol. 33, 1979.

<sup>2</sup> Taux d'ensemencement : 100 kg/ha.

Tableau 7. La surface totale cultivée en orge et les estimations des besoins en semences.

Pays	Surface <sup>1</sup> (1000 ha)	Les besoins en semences certifiées (1000 tonnes) <sup>2</sup>		
		Annuels	Remplacement tous les 5 ans	Remplacement tous les 10 ans
Afghanistan	320	32	6	3
Algérie	800	80	16	8
Bangladesh	20	2	0,5	0,25
Chypre	40	4	1	0,5
Égypte	45	5	1	0,5
Iran	1200	120	24	12
Iraq	920	92	18	9
Inde	1836	184	37	19
Jordanie	42	4	1	0,5
Liban	5	0,5	0,1	0,05
Libye	450	45	9	5
Maroc	2193	219	44	22
Népal	26	3	0,6	0,3
Pakistan	177	18	4	2
Arabie Saoudite	13	1	0,2	0,1
Syrie	1102	110	22	11
Tunisie	642	64	13	7
Turquie	2750	275	55	28
R.A. du Yemen	65	7	1	0,5
R.P.d. du Yemen	2	0,2	0,04	0,02
<b>Total</b>	<b>12648</b>	<b>1265</b>	<b>258</b>	<b>129</b>

<sup>1</sup> Tiré de l'annuaire de production de la FAO, Vol.33, 1979.

<sup>2</sup> Taux d'ensemencement : 100 kg/ha.

Tableau 8. La surface totale cultivée en légumineuses et les estimations des besoins en semences.

Pays	Surface <sup>3</sup> (1000 ha)	Les besoins en semences certifiées (1000 tonnes) <sup>2</sup>		
		Annuels	Remplacement tous les 5 ans	Remplacement tous les 10 ans
Afghanistan	35	4	1	0,5
Algérie	111	-11	2	1
Bangladesh	361	36	7	4
Chypre	8	1	0,2	0,1
Égypte	149	15	3	3
Iraq	52	5	1	0,5
Inde	23429	2343	469	234
Jordanie	18	2	0,4	0,2
Liban	13	1	0,2	0,1
Libye	8	1	0,2	0,1
Maroc	434	43	9	4
Népal	112	11	2	1
Pakistan	1687	169	34	17
Arabie Saoudite	4	0,4	0,1	0,05
Soudan	76	8	2	0,8
Syrie	230	23	5	2
Tunisie	152	15	3	2
Turquie	694	69	14	7
R.A. du Yemen	84	8	2	1
<b>Total</b>	<b>27657</b>	<b>2765</b>	<b>582</b>	<b>277</b>

<sup>1</sup> Pois chiche, féverole, pois, lentille, et autres haricots.

<sup>2</sup> Pour plus de simplicité, le taux moyen d'ensemencement a été considéré égale à 100 kg/ha.

<sup>3</sup> Tiré de l'annuaire de production de la FAO, Vol.33, 1979.

Tableau 9. La surface totale cultivée en pois chiche et les estimations des besoins en semences.

Pays	Surface* (1000 ha)	Les besoins en semences certifiées (1000 tonnes)		
		Annuels	Remplacement tous les 5 ans	Remplacement tous les 10 ans
Algérie	42	4	1	0,5
Bangladesh	56	6	1	0,6
Chypre	1	0,1	0,02	0,01
Égypte	6	0,6	0,12	0,06
Iran	39	4	1	0,4
Iraq	14	1	0,2	0,1
Inde	7871	787	157	79
Jordanie	1	0,1	0,02	0,01
Liban	1	0,1	0,02	0,01
Maroc	62	6	1	0,6
Népal	68	7	1	0,7
Pakistan	1224	122	14	7
Soudan	3	0,3	0,06	0,03
Syrie	47	5	1	0,5
Tunisie	37	4	1	0,4
Turquie	180	18	4	2
<b>Total</b>	<b>9652</b>	<b>965</b>	<b>182</b>	<b>92</b>

\* Tiré de l'annuaire de production de la FAO, Vol.33, 1979.

Tableau 10. La surface totale cultivée en lentille et les estimations des besoins en semences.

Pays	Surface* (1000 ha)	Les besoins en semences certifiées (1000 tonnes)		
		Annuels	Remplacement tous les 5 ans	Remplacement tous les 10 ans
Algérie	16	2	0,4	0,2
Bangladesh	85	9	2	1,0
Égypte	9	1	0,2	0,1
Iran	35	4	1	0,5
Iraq	10	1	0,2	0,1
Inde	925	93	19	9
Jordanie	12	1	0,2	0,1
Liban	3	0,3	0,06	0,03
Maroc	29	3	0,6	0,3
Pakistan	106	11	2	1
Syrie	89	9	2	1
Tunisie	3	0,3	0,06	0,03
Turquie	200	20	4	2
<b>Total</b>	<b>1522</b>	<b>155</b>	<b>32</b>	<b>15</b>

\* Tiré de l'annuaire de production de la FAO, Vol.33,1979.

## Les composantes du programme de semences

---

**A.J.G. Van Gastel**  
*Cooperation Internationale,*  
*ICARDA, BP. 5466,*  
*Alep, Syrie*

### Introduction

Un programme de semences est un concept organisationnel complexe et intégré, défini comme "une série de mesures à prendre et d'activités à mener dans le but d'assurer au moment opportun et en quantités requises, la production et l'offre de semences de qualité prescrite" (Feistritzer et Kelly 1978).

Un programme général de semences comprend un certain nombre de composantes essentielles (Fig 1) fortement reliées. Les plus importantes étant l'amélioration, l'évaluation et le lancement des variétés, la multiplication, le traitement et l'entreposage, le contrôle de qualité, la commercialisation et la distribution des semences. Chaque étape doit être menée au moment opportun et dans l'ordre exact. Si l'une des composantes ne fonctionne pas, le programme tout entier est faussé. Par exemple, un service très sophistiqué de contrôle de la qualité des semences serait inutile si l'installation de traitement est mal conçue et incapable de produire des semences de qualité supérieure.

### L'amélioration des semences

Un bon programme doit être soutenu par de bonnes activités d'amélioration. La production de semences de qualité à partir de variétés traditionnelles rapporte rarement à l'agriculteur des bénéfices suffisants pour compenser l'augmentation du coût des semences. Le programme d'amélioration ayant pour but l'obtention d'une variété nouvelle ne produit qu'une petite quantité de semences épurées, dites de l'améliorateur. Celles-ci constituent le matériel parental servant à d'autres multiplications et donc la source de toutes les semences certifiées.

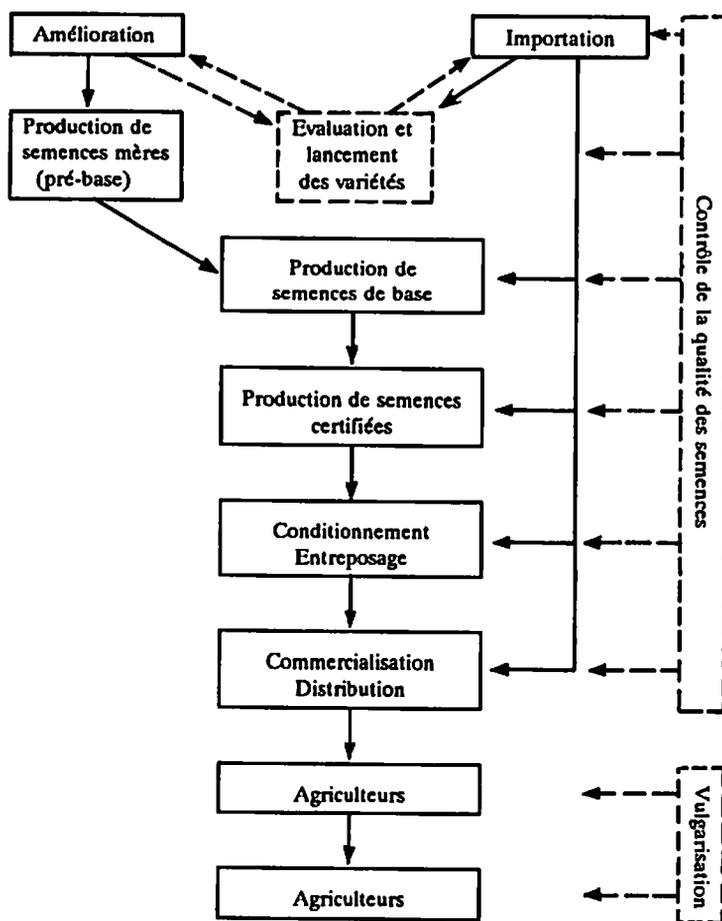


Fig. 1. Les étapes du programme de semences. \*

\* Source : van Amstel H. et van Gastel A.J.G. 1985. Programme de semences pour les pays ACP : situation actuelle et perspectives futures. Séminaire, du 21-25 Oct 1985, Yaoundé, Cameroun.

Un pays peut également obtenir de l'étranger les nouvelles variétés qu'il désire. En effet, lors des premières étapes de développement du programme de semences, les variétés proviennent souvent du triage des collections internationales au cours des essais locaux.

L'importation des semences (de base ou certifiées, prêtes à être utilisées) représente une autre alternative. Durant les étapes ultérieures, les programmes nationaux d'amélioration seront chargés de développer de nouvelles variétés pour le pays, du moins celles des cultures vivrières de base.

### **Les essais de variétés**

Il est nécessaire de mettre en place un système valable d'évaluation des variétés nouvelles avant qu'elles ne soient délivrées aux agriculteurs. En général, l'évaluation des variétés a lieu lors des essais sur champ qui durent habituellement une période de trois ans. Au cours de telles expériences conduites dans les différentes zones écologiques du pays, la valeur culturale des variétés nouvelles sera comparée à celles des variétés déjà existantes. De telles expériences pourraient être menées dans le cadre des différents systèmes agraires.

Lorsque le nombre de variétés augmente et que le programme dépasse son étape initiale, il est nécessaire de décrire rigoureusement chaque variété, surtout lorsqu'on projette de certifier les semences ou d'acquérir les droits de l'améliorateur de plantes. La description des variétés est également nécessaire pour la protection des consommateurs. Les variétés sont analysées pour mettre en évidence outre leur valeur agro-écologique, leurs traits distinctifs, leur homogénéité et leur stabilité (tests DUS).

### **Le lancement des variétés**

Les gouvernements souhaitent avoir un certain contrôle sur les variétés multipliées dans le but de s'assurer que seules les variétés supérieures sont cultivées dans le pays. Un comité national de lancement des variétés est souvent chargé de lancer la variété testée sur la base des résultats obtenus lors des essais de performance et des tests DUS.

### **L'amélioration pour l'entretien des variétés**

L'amélioration d'entretien a pour but de produire de nouveaux lots de semences épurées dites de l'améliorateur, ayant tous une même composition génétique. Par la suite, c'est à l'améliorateur d'entretenir la variété une fois qu'elle ait été lancée. Pour les céréales, les plantes qui représentent la variété sont cultivées en petites parcelles où elles sont mises sous bonne observation.

Celles qui proviennent des rangées sélectionnées sont récoltées puis cultivées une seconde fois, en petites parcelles également. Les meilleures parcelles produisent les semences de l'améliorateur qui sont supposées être très pures puisqu'il est difficile de corriger plus tard un mauvais entretien.

### **Les droits de l'améliorateur de plantes (PBR)**

Dans le but de protéger les investissements des améliorateurs de plantes pour ce qui a trait au développement des nouvelles variétés, de nombreux pays dotés d'une industrie de semences développée ont adopté le principe des PBR, garantissant ainsi à l'améliorateur les droits de propriétés d'une nouvelle variété. Il est donc nécessaire d'obtenir l'autorisation de l'améliorateur pour procéder à la multiplication des semences, un droit de licence ou de redevance doit lui être versé. Le système des PBR a été adopté surtout dans les pays où la contribution des améliorateurs privés au développement des nouvelles variétés est très important. Dans les pays où l'amélioration des semences est financée par des fonds publics, de tels systèmes s'avèrent moins appropriés.

### **La multiplication des semences**

La petite quantité de semences de l'améliorateur est multipliée un certain nombre de fois pour produire les grandes quantités de semences certifiées nécessaires pour satisfaire la demande des agriculteurs.

Les semences de l'améliorateur sont d'abord multipliées pour produire les semences de base lesquelles sont utilisées pour la production de semences certifiées ou commerciales. La quantité de semences ainsi que la surface cultivée pour les différentes classes augmentent à chaque étape. Le nombre de cycle de multiplication de chaque classe dépend de la stabilité de la culture, des risques de contamination, du taux de multiplication et de la quantité finale voulue de semences. Tout au long des cycles de multiplication, un haut niveau de pureté doit être maintenu pour garantir un produit final de haute qualité.

Les normes de pureté établies pour les premières générations sont légèrement plus strictes que celles des générations ultérieures.

Afin d'éviter les modifications génétiques, il faudrait cultiver les premières générations dans les zones auxquelles les variétés sont adaptées. Aucune tentative de sélection, autre que celle concernant l'élimination des hors types, ne sera menée, les meilleurs intrants et pratiques agricoles seront appliqués.

## **Conditionnement et entreposage**

Le conditionnement est une étape très importante de la production de semences de qualité. Cette composante, l'une des plus importantes du programme de semences, requiert les plus gros investissements. Toutes les semences doivent être soumises au conditionnement. Les semences sont séchées, nettoyées, triées, classées, mélangées, traitées et emballées. Le procédé entier est une opération complexe et mécanisée nécessitant des appareillages relativement sophistiqués.

Les semences traitées sont entreposées dans des magasins spécialement construits pour cette fin. Elles sont ainsi protégées contre les conditions ambiantes causant des dégâts, telles que les températures et les teneurs en eau élevées provoquant la détérioration rapide de la viabilité des semences.

Dans les régions tropicales humides où les conditions sont particulièrement défavorables à l'entreposage des semences, les investissements en appareils de séchage et en entrepôts risquent d'être très élevés.

## **La commercialisation**

La commercialisation est une opération vitale permettant de rendre les variétés améliorées disponibles à l'agriculteur. Il faut que les semences soient de la qualité voulue et disponibles au moment opportun, en quantités requises et à un prix raisonnable. Tous les intrants relatifs doivent aussi être disponibles.

Dans les pays dont le programme de semences est assez développé et où le secteur privé est assez solide, les semences certifiées sont distribuées aux agriculteurs par le biais d'un réseau extrêmement efficace et organisé, comprenant grossistes et détaillants. Une telle organisation dont l'évolution nécessite plusieurs années, s'occupe également de la promotion de la vente des semences et de la prévision de la demande exacte du marché, étape essentielle à la planification de la production. Le succès d'un réseau de distribution dépend en grande partie de la sélection de marchands de détail compétents.

Dans plusieurs pays en voie de développement où aucun réseau privé de distribution n'existe, les semences sont distribuées d'habitude par le biais d'un système d'offre public. La présence d'un tel réseau efficace et valable constitue souvent une des principales contraintes entravant ou permettant aux semences améliorées d'arriver à l'agriculteur.

## **Le contrôle de la qualité des semences**

Le service de contrôle de la qualité des semences est une unité centrale chargée d'examiner les semences à presque toutes les étapes afin d'assurer qu'elles soient d'une qualité supérieure. Une telle agence ne devrait pas être

en relation directe avec les organisations chargées des autres étapes du programme de semences. Elle opère plutôt en tant qu'organisation indépendante, gouvernementale ou semi-gouvernementale, sous tutelle directe du Ministère de l'Agriculture du pays.

Les critères permettant de juger de la qualité des semences sont les suivantes: la pureté, la faculté germinative, l'état phytosanitaire, le contenu en grains de mauvaises herbes, la teneur en eau, en plus d'autres caractéristiques. Le contrôle de la qualité est effectué à l'aide des essais, de la certification et des législations.

### **Les essais de semences**

Les essais de semences constituent souvent la première étape permettant d'améliorer leur qualité. L'analyse peut être limitée (uniquement à la germination) ou bien globale (en tenant compte de la teneur en eau, de la pureté spécifique, de la faculté germinative, de l'état phytosanitaire et d'autres caractéristiques). Une ou plusieurs stations régionales d'essais peuvent être créées. Les pays devraient adopter les procédés établis par l'Association Internationale d'Essais de Semences afin de faciliter plus tard leur adhésion à l'ISTA.

### **La certification des semences**

La certification permet d'assurer que les semences vendues à l'agriculteur sont de la variété indiquée, qu'elles sont suffisamment pures et exemptes de contaminations et possèdent une bonne faculté germinative.

Les étapes du processus de certification comprennent:

- *L'inspection sur champ* : pour vérifier l'origine des semences, l'identité de la variété, les cultures antérieures, les distances d'isolement, les impuretés (les hors-types, les mauvaises herbes, les espèces et/ou variétés étrangères) et les maladies. Dans les divers plans de certification, l'inspecteur estime également le rendement et vérifie les pratiques culturales.
- *L'inspection des semences* à la station de conditionnement et dans le magasin. Des échantillons de semences sont prélevés et testés au laboratoire d'analyse de semences.
- *Les parcelles de contrôle à priori ou à postériori*: Elles sont cultivées sur les exploitations de l'agence de certification afin de permettre une vérification supplémentaire de l'identité de la variété, de sa pureté et de la présence éventuelle de maladies portées par les semences. Les

parcelles de contrôle à priori sont cultivées durant la même saison de semis aux champs et les résultats obtenus sont utilisés pour la certification des semences. Les parcelles de contrôle à postériori, cultivées à partir des semences déjà certifiées, permettent de vérifier l'efficacité de l'inspection sur champ.

### **Les législations relatives aux semences**

Ils est plus difficile de juger de la qualité d'une semence que de n'importe quelle autre denrée. Par exemple, les semences dont la faculté germinative est très mauvaise peuvent très bien sembler bonnes. Si ces semences sont plantées, l'agriculteur perd à la fois son investissement et le revenu espéré. Les législations relatives aux semences vont donc réglementer les différentes étapes du programme de semences afin de protéger l'agriculteur. Ceci est achevé grâce à l'utilisation d'un des deux mécanismes de réglementation suivants:

- *Les normes minimales:* Elles sont spécifiées pour toutes les semences autorisées d'être commercialisées. Les semences qui ne sont pas conformes à ces normes sont exclues du marché. On a souvent recours à cette approche dans les pays où les agriculteurs ne sont pas suffisamment informés.
- *L'authenticité de l'étiquette:* Il est permis de commercialiser toutes les semences à conditions que leur qualité soit indiquée sur l'étiquette dont l'authenticité est assurée par l'agence de contrôle de la qualité.

D'une manière générale il n'est pas conseillé de réglementer tous les aspects de l'industrie de semences durant les premières étapes de son développement, ni de fixer des normes de qualité trop strictes; ceci risque de provoquer une pénurie de semences sur le marché.

### **Autres considérations**

La réussite d'une industrie de semences repose également sur des mécanismes de grande portée tels que la vulgarisation des techniques et l'éducation des agriculteurs aux bénéfices que leur rapporte l'utilisation des semences améliorées. Il est souvent nécessaire d'établir un système de crédit permettant aux agriculteurs d'acquérir les semences améliorées et les autres intrants complémentaires. Il est également important que les marchés soient capables d'absorber les excédents de la récolte, résultat de l'utilisation de ces nouvelles semences.

## **Remerciements**

La plupart des informations présentées dans ce chapitre sont tirées de la publication de H. van Amstel et A.J.G. van Castel, programme de semences pour les pays de l'ACP, situation actuelle et perspectives futures. Colloque des semences, 21-25 Oct 1985, Yaoundé, Cameroun.

## **Bibliographie**

- Douglas, J.E. 1980. Successful seed programs: a planning and management guide. Westview press, Boulder, Colorado, USA.302 pp.
- Feistritzer, W.P. and Kelly, A.F. (eds.) 1978. Improved seed production. FAO, Rome, Italy.146 pp.
- International Seed Testing Association. 1985. International rules for seed testing. Rules 1985. Seed Science and Technology 13: 299-355.
- International Seed Testing Association. 1985. International rules for seed testing. Annexes 1985. Seed Science and Technology 13: 356-513.

## **L'organisation et la gestion d'un programme de production de semences**

---

**G.P. Termohlen**

*Directeur,*

*Station Gouvernementale d'Essais de Semences,*

*Binnenhaven 1, BP. 9105*

*6700 H.E. Wageningen,*

*Les Pays-Bas*

### **Introduction**

Les semences constituent le premier maillon de la chaîne de production des aliments. En plus, elles portent en elles le potentiel génétique d'une production supérieure. La première étape du développement d'un programme de semences consiste à évaluer la situation présente: la production actuelle des semences des différentes cultures, l'importation et l'exportation des semences, l'offre aux agriculteurs, la disponibilité d'un personnel formé, les différentes organisations agricoles ainsi que le potentiel de production des semences. L'évaluation subséquente et l'établissement de plans d'action sont des étapes aussi importantes.

### **La recherche portant sur les divers aspects des cultures**

L'amélioration ayant pour objet la production de variétés nouvelles constitue la base de tout programme de semences. Néanmoins, les recherches qui portent sur les différentes pratiques culturales (telles que le labour, la mise d'engrais, la densité de plantation, la lutte contre les mauvaises herbes et la récolte) sont essentielles aussi. Par la suite, les démonstrations sur champ devraient servir à convaincre les agriculteurs d'accepter les variétés et les pratiques nouvelles.

L'améliorateur devrait maintenir la pureté de la variété en associant quelquefois ces efforts à ceux d'une organisation de semences de base qui multiplie davantage les semences épurées de l'améliorateur. Il serait utile

d'installer une station de conditionnement en mesure de traiter les petits lots ainsi que les grandes quantités de semences de base. Le nombre de multiplications effectuées à partir des semences de l'améliorateur dépend de l'état de développement du programme de semences et du type de culture en question. Les semences de base sont ensuite multipliées pour produire les semences certifiées.

Afin d'augmenter la capacité de production d'un programme encore dans sa phase initiale, il faudrait continuellement solliciter l'intérêt de tous ceux qui y sont concernés. Il faudrait également créer des entreprises publiques et/ou privées de différentes natures (entreprises familiales, associations, coopératives, sociétés ou corporations), en accord toutefois avec les politiques nationales et les plans se rapportant à la production de semences. Chaque programme devrait être développé dans le contexte des conditions locales et en fonction du potentiel qu'elles présentent, compte tenu de la demande des semences, de la disponibilité des variétés, du type de culture, des conditions écologiques ou autres importantes à la culture des semences, de la disponibilité des agriculteurs/ cultivateurs, des méthodes de récolte, de conditionnement et d'entreposage ainsi que de l'offre de semences aux agriculteurs.

L'établissement d'une industrie de semences n'est qu'une première étape. La gestion courante doit prendre en considération plusieurs facteurs, y compris la dépendance des conditions climatiques, la nature saisonnière du travail, le temps et la séquence des activités et la vulgarisation des informations auprès des cultivateurs de semences. Le personnel doit être formé aux différentes compétences techniques et de gestion. De même, il doit comprendre un nombre de spécialistes dans les divers compétences.

Les semences sont cultivées dans les exploitations de l'entreprise ou bien sur contrat signé avec des cultivateurs. Dans ce dernier cas l'organisation chargée de la production de semences devrait s'assurer que le cultivateur reçoive une compensation adéquate, la prime étant plus élevée que le bénéfice obtenu à partir d'une culture commerciale.

## **Risques courus lors de la production de semences**

*Les risques que les cultivateurs courent* : Un cultivateur s'attend toujours à un certain profit. S'il perd sa culture, il serait moins enclin à reprendre ses travaux pour la prochaine saison. Il faudrait donc planifier les activités suivantes dans le but de réduire les risques éventuels:

- L'approvisionnement en semences de base viables et en bon état phytosanitaire.
- Le choix d'une région appropriée à la production de semences.
- L'identification et la sélection d'agriculteurs véritablement intéressés à produire les semences.
- La disponibilité certaine de machines servant à préparer le terrain, à effectuer les diverses opérations culturales, à récolter et à sécher le produit.

- La présence d'un personnel formé capable d'assister les cultivateurs.
- La provision de compensations adéquates aux agriculteurs en concordance avec les prix du marché.
- La compensation des cultivateurs au cas où la culture est perdue surtout lorsqu'il s'agit de nouvelles cultures ou de nouvelles variétés.

*Les risques qu'une organisation centrale ou une société de semences courent :*

- L'offre de semences: Une fois le marché créé, il est très important d'assurer une offre continue de semences. Si une insuffisance advient, l'organisation risque de perdre de sa crédibilité. De même, il faudrait éviter tout excès. Pour ce, les dispositifs de conservation seraient utiles. Néanmoins, il faudrait prendre en considération les frais supplémentaires qui en découlent.
- Le financement: Durant la phase de planification, les fonds sont aussi bien requis pour l'octroi des biens de production (bâtiments, machines, transport et équipements) que pour les fonds de roulement (dépenses courantes, achat de semences et d'autres matières premières). Les coûts des biens de production sont estimés habituellement avec grande précision. Néanmoins, il faudrait prendre soin de ne pas exagérer les capitaux fixes pour pouvoir plus tard aborder des rendements raisonnables sur le capital investi.

## **La rentabilité**

Dans une entreprise de semences efficace, l'organisation ou la société en charge, les cultivateurs, les distributeurs et les agriculteurs devraient tous bénéficier. Le coût d'une bonne semence est toujours relativement bas par rapport au coût des autres intrants agricoles tels que les engrais et les équipements divers. Par conséquent, cette organisation devrait être économiquement viable ou rentable.

Aucune organisation commerciale peut survivre sans produire un bénéfice quelconque, si on entend par bénéfice la somme requise pour couvrir les frais futurs. Au sein d'une organisation gouvernementale ou privée, le gérant est chargé d'assurer à l'organisation une continuité lui permettant de réaliser ses objectifs dans le futur. Ceci est achevé de façon plus efficace lorsque cette organisation produit un bénéfice calculable de différentes manières, la plus commune étant le rendement abordé sur le capital investi.

## Les risques courus lors de la détermination de la demande des semences

Les facteurs qui influencent la demande de semences pendant une année ou une longue durée sont très nombreux. L'excès de production, résultat d'une demande effective inférieure à la demande estimée est dû à différents facteurs dont les problèmes de distribution de semences, la substitution des cultures par d'autres qui se sont soudain avérées plus rentables, les problèmes de commercialisation du produit final et les estimations (quelque peu) exagérées de la demande. Les gérants d'une organisation de semences devraient rester alerte à tout changement des tendances de la demande.

Un déficit de production ou une insuffisance en semences pourraient avoir des causes différentes. La réaction des agriculteurs envers une semence nouvellement introduite pourrait s'avérer plus favorable qu'attendu. De même, des conditions peu favorables aux cultures pourraient réduire le rendement prévu des semences. Les moissonneuses peu convenables tout comme les mauvais dispositifs de conservation pourraient entraîner de larges pertes. Des compensations initialement peu adéquates aux cultivateurs de semences entraîneraient des difficultés lorsqu'il s'agirait plus tard de trouver de bons cultivateurs.

Une légère insuffisance en semences pourrait souvent s'avérer plus avantageuse du point de vue financier que les excès. Cependant, il faudrait éviter autant que possible les insuffisances sévères, celles-ci pouvant endommager sérieusement la situation alimentaire du pays.

Déterminer la demande future fait partie de l'ensemble des exercices les plus dangereux de l'industrie de semences. Cette demande est estimée être minimale, moyenne ou bien maximale:

	Minimale	Moyenne	Maximale
Semences à vendre	x	x	x kg
Semences à mettre en stock	y	y	y kg
<hr/>			
Semences à produire	z	z	z kg

L'administration devrait décider de l'écart acceptable pour chaque total. Il est plus difficile de déterminer la demande qu'une nouvelle organisation pourrait affronter que de déterminer celle d'une organisation qui fonctionne déjà depuis des années. L'estimation de la demande future devrait prendre en considération les facteurs suivants:

*Les réserves en semences de base:* Il serait nécessaire de disposer de réserves stratégiques suffisantes pour une saison d'approvisionnement en semences de base au cas où des désastres inattendus pourraient advenir au cours de la saison de culture. Une insuffisance quelconque pourrait anihiler tous les efforts entrepris.

*Une pluviosité peu sûre:* Lorsqu'une culture donnée est cultivée dans une zone à pluviosité peu sûre où les dispositifs d'irrigation manquent, il faudrait prévoir une marge plus large que lorsque la culture a lieu dans des conditions plus fiables.

*Un entreposage accessible:* De bons dispositifs d'entreposage assurent une offre de semences bien plus sûre que ne le font des dispositifs médiocres où les semences se détériorent rapidement.

*Les caractéristiques des semences:* Il est très important de ne pas produire un surplus de semences lorsqu'il n'est pas possible de les entreposer pour une longue période et d'opter plutôt pour une "insuffisance planifiée". Néanmoins, certaines espèces produisent des semences dormantes qui nécessitent une période d'entreposage avant qu'elles ne soient vendues.

## **Les canaux de commercialisation et de distribution des semences**

La commercialisation, tâche clé pour l'amélioration de l'offre des semences, devrait comporter aussi bien l'usage de parcelles de démonstration que la vulgarisation de l'utilisation de ces semences auprès des agriculteurs, la promotion des ventes et la sélection des locaux d'entreposage, la distribution des semences transport inclus, la formation des commerçants de gros et des détaillants, les arrangements financiers crédit inclus, les négociations des prix, les estimations des frais de commercialisation et enfin les études de marché après les ventes.

La distribution des semences est confrontée à des problèmes uniques puisqu'un pic de demande devrait être satisfait au début de la saison. Un effort sérieux de commercialisation, étape essentielle du processus de production, nécessite la présence d'un personnel spécialisé en mesure d'assurer un suivi des activités en effectuant des visites hors saison aux champs et en préparant préalablement la prochaine distribution des semences.

## Les analyses des caractéristiques des variétés

---

**A.J.G. van Gastel**  
*Coopération Internationale,*  
*ICARDA, BP. 5466,*  
*Alep, Syrie*

### Introduction

A la station d'amélioration génétique, l'améliorateur entreprend une première évaluation du nouveau matériel créé. Néanmoins, ces essais ne sont pas suffisants puisqu'il importe également de les mener dans des locaux supplémentaires d'expérimentation situés dans des régions différentes du point de vue écologique afin d'obtenir des indications fiables sur la valeur culturale des variétés expérimentées. Dans les programmes de semences à grande portée, une agence spéciale est chargée de l'évaluation finale des variétés. Celles-ci, résultat du travail des améliorateurs, sont comparées selon des critères objectifs aux variétés déjà existantes. Cette même comparaison est effectuée au niveau de régions qui diffèrent quant à leurs conditions climatiques et pédologiques.

### L'agence d'évaluation de variétés

Dans plusieurs pays, cette agence est une organisation gouvernementale indépendante chargée de l'évaluation finale des variétés avant leur lancement. L'exploitation dont l'agence est propriétaire devrait être située au centre des activités, dans une région présentant des conditions similaires à celles des principales régions de culture du pays. Les variétés sont testées selon deux types d'expérimentations: les essais de performance et les analyses de distinction, d'homogénéité et de stabilité (DUS).

## **Les essais de performance**

Les essais de performance visent à comparer la valeur culturale des nouvelles variétés créées à celles déjà présentes sur le marché. Ils visent également à identifier les variétés supérieures dans des zones écologiques particulières ainsi que les variétés à large spectre d'adaptabilité. Les essais de performance sont habituellement effectués pendant trois années consécutives.

Les stations d'amélioration génétique, les universités, les écoles agronomiques et les centres de formation conduisent les essais de performance dans les différentes zones agro-écologiques et dans les champs des agriculteurs, sous la supervision de l'agence d'évaluation des variétés.

### **Préparation des échantillons**

Les variétés à tester parviennent à l'agence des différents instituts d'amélioration génétique. Toutes les semences sont alors préparées de la même manière afin de réduire au minimum l'amplitude des variations de la performance des cultures causées par des traitements différents préalables à la plantation. Au cas où un traitement quelconque s'avère nécessaire, toutes les semences sont traitées avant d'être acheminées.

### **Organisation expérimentale des essais**

Les essais de performance nécessitent la sélection de modèles statistiques convenables ayant la bonne dimension, la forme adéquate et le nombre approprié de replicats. Le choix des modèles expérimentaux dépend principalement du nombre de variétés à tester. Le modèle par blocs randomisés est utilisé lorsque le nombre de variétés est réduit. Si ce nombre est assez grand, il faudrait avoir recours à des modèles plus sophistiqués tels que les carrés latins ou les grilles.

Lorsqu'il s'agit d'évaluer le rendement des variétés dans les différentes conditions de gestion des cultures (des niveaux d'azote variables ou des pratiques culturales différentes), on a recours aux modèles factoriels ou à parcelles disjointes. Les documents de référence en statistique offrent des explications plus amples de ces méthodes.

Les variétés sont cultivées suivant des pratiques culturales identiques à celles que les agriculteurs emploient lorsqu'ils produisent pour le marché.

### **L'observation et l'enregistrement des données aux champs**

En ce qui concerne les céréales et les légumineuses, le rendement (kg) en grain par hectare est la caractéristique la plus importante à évaluer (en

tenant compte de la teneur en eau). Le contenu en matières sèches est la caractéristique clé des cultures fourragères. En effet, les diverses quantités de matières sèches produites à des moments différents au cours d'une même année constituent des données agricoles de grande valeur. Le rendement en grain n'est intéressant que dans la mesure où il sert à la production de semences. En plus des données concernant le rendement et la production de matières sèches, d'autres mesurant de multiples caractéristiques agronomiques importantes sont également enregistrées.

Le tableau 1 présente certaines caractéristiques du blé pour lesquels des données sont enregistrées. Des observations similaires sont notées concernant les autres cultures. Toutefois, chacune possède un nombre de caractéristiques spécifiques pour lesquels des données devraient être enregistrées. Les résultats recueillis pour les divers caractéristiques sont marqués sur une échelle de 1 à 9, le 1 indique l'état le moins favorable et le 9 l'état le plus avantageux. Un système d'enregistrement bien plus sophistiqué est souvent utilisé pour évaluer la résistance des variétés aux maladies.

---

Tableau 1. Les caractéristiques enregistrées suite aux observations aux champs des essais de performance.

---

Caractéristiques		
Résistance au froid	Résistance aux maladies	La verse
Faculté germinative	et ravageurs:	Résistance à la
Vigueur	Rouille jaune du blé	sècheresse
Tallage	Rouille des feuilles	Tolérance à la
Date d'épiaison	ou rouille brune du blé	salinité
Nombre d'épis	Rouille des tiges ou	Levée
	rouille noire	Égrenage
	Charbon nu ( <u>Ustilago</u> )	Date de maturité
	Charbon couvert ou carie	
	( <u>Tilletia</u> )	
	<u>Septoria</u>	
	<u>Fusarium</u>	

---

### Analyses spéciales

Des analyses spéciales de laboratoire pourraient être effectuées, ceci dépend de l'utilisation faite de la culture en question. En ce qui concerne le blé, les propriétés de mouture, la force ou la qualité boulangère, la valeur en panification et le poids de milles épis sont déterminés. Des tests spéciaux sont

conçus pour les autres cultures. L'agence d'évaluation des variétés n'effectue pas toutes ces analyses, elle est assistée par d'autres organisations spécialisées.

### Les analyses statistiques et leur présentation

Les données sur les rendements sont les seules sujettes à d'amples analyses. Chaque modèle expérimental est pourvu de sa propre méthode d'analyse statistique qui doit permettre la conduite des essais dans un nombre de régions, pendant une ou plusieurs années. Étant donné que l'évaluation des variétés est un processus continu, de nouvelles variétés promettantes joignent les expérimentations chaque année tandis que d'autres sont retirées ou bout des trois années composant le cycle des essais de performance. Cette méthode doit donc être capable de manipuler un nombre variable de données.

Afin de rendre la description du rendement plus significative, ces données sont souvent exprimées en pourcentage de la variété servant de contrôle. Ceci est nécessaire parce que le rendement d'une même variété varie au cours de la même année selon les régions et dans une même région pour des années différentes.

Plusieurs autres caractéristiques sont marquées selon une échelle de 1 à 9 (voir le tableau 2 pour les exemples), le 9 indiquant l'état le plus avantageux, ou alors ils sont exprimés à l'aide d'abréviations représentant chacune l'état d'une caractéristique donnée (par exemple, ta = à maturité tardive, no = à maturité normale, pr = à maturité précoce).

Tableau 2. Quelques exemples montrant comment trois caractères sont enregistrés.

Caractères	Marques				
	1	3	5	7	9
Présence de l'anthocyanine	absent		présent		
Intensité de couleur de l'anthocyanine	absente ou très faible	faible	moyenne	forte	très forte
Croissance de la plante	dressée		intermédiaire		couchée

## Tests DUS

Les tests de distinction, d'homogénéité et de stabilité (DUS) sont effectués dans le but d'établir si une variété est suffisamment distincte par rapport aux variétés existantes et si ses caractères spécifiques sont suffisamment homogènes et stables. La variété est décrite sur la base des résultats des tests DUS. On a souvent recours à cette description lors des inspections sur champ et de la concession des droits de propriété.

*La distinction:* Cette qualité est essentielle parce que toute variété nouvelle est forcément différente de celles déjà existantes. Chaque variété doit être reconnaissable non seulement lors des inspections sur champ mais aussi par les cultivateurs de semences et par les agriculteurs désireux de planter une variété spécifique. Afin de pouvoir concéder les droits de propriété (les Droits des Améliorateurs de Plantes), la variété doit être clairement reconnaissable.

La distinction peut se présenter au niveau morphologique, physiologique, cytologique ou chimique. Une distinction claire au niveau morphologique est sûrement préférable mais souvent impossible à obtenir à cause du grand nombre de variétés existantes.

*L'homogénéité:* La variété doit être aussi homogène que possible pour pouvoir garantir une qualité constante et satisfaire aux objectifs de l'inspection sur champ. Le degré d'homogénéité dépend du mode de reproduction; les variétés autopollinisées étant plus uniformes que les variétés à pollinisation croisée. Dans un système de production agricole très mécanisé, localisé dans une région uniforme du point de vue agro-climatologique, un degré assez élevé d'homogénéité serait souhaitable. Dans d'autres pourtant, un certain degré de variation pourrait s'avérer avantageux.

*La stabilité:* Durant les différentes étapes de multiplication des semences épurées de l'améliorateur menant aux semences certifiées, la variété ne devrait en aucun cas perdre ses caractéristiques distinctives. Sa composition génétique devrait rester aussi intacte que possible. Les variétés des espèces autopollinisées sont beaucoup plus stables que les variétés des espèces à pollinisation croisée. Les hybrides n'étant pas stables, des semences nouvelles devraient être produites chaque année pour les agriculteurs.

## Organisation expérimentale

Les tests DUS sont effectués à même l'exploitation dont l'agence d'évaluation des variétés dispose. La région où cette exploitation est située

devrait représenter les principales régions de culture, les conditions environnantes pouvant influencer l'expression des caractéristiques des variétés.

Les semences à tester ne devraient pas être traitées, ces traitements pouvant influencer l'expression des caractéristiques des variétés. Les semences sont souvent semées à la main afin de minimiser les risques de mélanger les variétés. Il vaudrait mieux procéder à un désherbage à la main au lieu d'utiliser les herbicides.

En ce qui concerne les modèles expérimentaux, les parcelles consacrées aux tests DUS ne sont préparées qu'en deux repliquats puisqu'un grand nombre d'observations devrait être noté. Les variétés ne sont pas plantées au hasard, bien au contraire, celles qui présentent des traits communs devraient être plantées les unes à côté des autres.

Les tests DUS sont menés pour deux années consécutives. L'améliorateur fournit chaque année de nouvelles semences obtenues de préférence à partir de la deuxième génération de multiplication des semences de l'améliorateur.

### **Les observations au champ et au laboratoire**

La distinction, l'homogénéité et la stabilité d'une variété sont testées par examination d'un certain nombre de plantes issues de la variété semée en petites parcelles. Celle-ci est comparée à une large gamme de variétés déjà existantes. Les observations sont notées durant la phase de croissance. Plus tard, après que les cultures soient bien mûres, des observations plus détaillées sont notées quant aux épis et à plusieurs autres parties de la plante. Les semences sont à leur tour examinées au laboratoire. Ces essais sont souvent difficiles à entreprendre, nécessitent beaucoup de temps ainsi que la présence d'analystes compétents. Plus de 40 caractères différents sont notés lors d'un test DUS.

Une méthode particulière est souvent utilisée lorsqu'un test DUS est effectué: c'est l'observation des lignées provenant d'épis uniques. Les lignées provenant de 50 à 100 épis sont cultivées en lignes ou rangées (appelées épis-lignes) et sont observées soigneusement. Une non-uniformité quelconque est ainsi facilement décelée.

Les publications de l'Union Internationale pour la Protection des Nouvelles Variétés de Plantes (UPOV) et de l'Organisation de Coopération et Développement Économique (OECD)<sup>\*</sup> fournissent des informations détaillées quant aux caractères à souligner.

---

<sup>\*</sup> L'Union Internationale pour la Protection des Nouvelles Variétés de Plantes (UPOV), 32 Chemin des Colombettes, Genève, Suisse; l'Organisation de Coopération et Développement Économique (OECD), 2 rue André Pascal, 75775 Paris, Cédex 16, France.

## **L'enregistrement**

On peut distinguer les variétés tant par leurs caractéristiques quantitatives que qualitatives. Les caractéristiques qualitatives sont notées visuellement tandis que les caractéristiques quantitatives sont mesurées. Plusieurs caractères sont marqués selon une échelle de 1 à 9. Le Tableau 2 présente quelques exemples d'enregistrement de trois caractères.

## **Analyses statistiques**

Aucune analyse statistique directe des données obtenues à partir des tests DUS n'est entreprise. Par contre, les moyennes des résultats enregistrés sont calculées et comparées offrant ainsi des informations concernant la distinction des variétés. Il suffit d'un seul caractère présentant une différence claire et consistante pour pouvoir qualifier la variété comme étant distincte. Pour ce qui est des caractéristiques mesurées, une différence n'est considérée suffisante que si elle fournit une signification quelconque à partir du niveau de 1% (LSD).

On juge de l'homogénéité d'une plante particulière à partir des marques enregistrées pour un certain repliquat et jusqu'à un certain point à partir de la différence qui existe entre les deux repliquats. Pour ce qui est des caractéristiques mesurées, on utilise la méthode de l'écart standard. Une variété n'est considérée homogène que si sa variance dépasse 1,6 fois la moyenne des variances des variétés servant de comparaison.

On jugera de la stabilité d'une variété en comparant les données obtenues durant deux années consécutives d'expérimentations. Normalement, on suppose qu'une variété homogène est également stable. Au cas où la non-uniformité ou la non-stabilité est tellement minime qu'elle n'apparaît même pas durant les deux années d'expérimentations, celle-ci n'est pas prise en considération.

## **Compte rendu**

Le rapport final est souvent bref, énumérant uniquement les principales différences qui existent entre les variétés similaires et déclarant la variété comme suffisamment distincte, homogène et stable. Les descriptions plus élaborées sont toujours disponibles sur requête.

## **Le comité de lancement des variétés**

Le comité de lancement des variétés est chargé de réviser les résultats du test. Ce comité est d'habitude composé de six à huit personnes représentant

les organisations engagées dans l'industrie de production de semences telles que les instituts d'amélioration génétique, les organisations de multiplication de semences, les entreprises de semences, les services d'assistance technique et les organisations d'agriculteurs. Le comité révisé la performance des variétés existantes et des variétés nouvelles et émet sur la base de cette révision, les recommandations quant au lancement ou au retrait des variétés.

## **Les catalogues des variétés**

Dans de nombreux pays, les catalogues des variétés sont préparés chaque année dans le but d'informer les agriculteurs des caractéristiques morphologiques et/ou agronomiques des variétés présentes sur le marché, y compris les dernières variétés lancées. Les catalogues comprennent souvent des informations sur les pratiques culturales à adopter et indiquent les variétés éligibles à la certification.

Les catalogues des variétés sont utilisés pour des fins de consultation ou de restriction. Dans ce dernier cas, les échanges commerciaux sont limités aux variétés figurant sur ces catalogues.

## **Le lancement et la promotion des variétés de semences renommées pour leur qualité**

---

**Samir El-Sebae Ahmed**

*Coopération Internationale,*

*ICARDA, BP. 5466*

*Alep, Syrie*

### **Introduction**

Les semences de qualité constituent l'intrant le plus essentiel et le moins onéreux nécessaire à la production des cultures. La plupart des pays en voie de développement de l'Asie de l'Ouest et de l'Afrique du Nord reconnaissent l'importance de la production de semences. Cependant, les moyens et les dispositifs ne sont pas adéquats pour assurer la production efficace, le contrôle de la qualité, la distribution, la commercialisation, l'évaluation et le lancement des variétés de semences.

L'objectif principal d'un programme d'amélioration de plantes consiste à identifier et à produire de nouvelles variétés capables d'augmenter la production agricole par unité de surface. Ces nouveaux cultivars devraient être dotés de caractères bien définis, présentant des avantages par rapport aux cultivars existants. Les semences de telles variétés devraient être multipliées et distribuées aux agriculteurs dans les plus brefs délais. En même temps, les anciens cultivars et les cultivars améliorés, cultivés sur des parcelles de démonstrations, sont comparés pour ce qui est de leur rendement, leur résistance aux maladies et aux ravageurs, leur précocité, la préférence du consommateur, les exigences en qualité, et les autres caractéristiques désirées. Il est très difficile de créer un cultivar parfait regroupant toutes les caractéristiques désirées. Par conséquent, les programmes nationaux devraient adopter rapidement les nouveaux cultivars dont le rendement est supérieur à celui des cultivars existants ou bien qui présentent des qualités plus avantageuses.

Dans les divers pays, les programmes d'amélioration des plantes sont organisés différemment. Par conséquent, les nouveaux cultivars peuvent être produits par des agences gouvernementales, des sociétés privées ou des individus. Plusieurs de ces pays contrôlent le lancement des cultivars à l'aide

de lois ou réglementations spécifiques aux semences tandis que les autres laissent aux améliorateurs les soins de cette tâche.

Les systèmes occidentaux de lancement et de production de variétés de semences sont souvent très onéreux et sophistiqués pour être adopter par les pays en voie de développement. Pour ce, il faudrait mettre au point des systèmes moins couteux mais appropriés du point de vue technique, de façon à pouvoir produire dans la région, des semences de qualité supérieure.

## **Le lancement des cultivars**

Les cultivars récemment développés sont lancés par des moyens différents. Les agences gouvernementales régissent souvent ce lancement, en particulier dans les pays où des programmes privés d'amélioration génétique prévalent dans le but de protéger les agriculteurs des cultivars nouveaux très semblables à ceux déjà existants ou des cultivars qui n'ont pas été suffisamment testés. De telles réglementations protègent également les améliorateurs contre tout mauvais usage de leurs nouveaux cultivars. Dans les pays en voie de développement où les organisations chargées de la recherche entreprennent également la plupart des travaux d'amélioration de plantes, les réglementations spéciales qui régissent le lancement des cultivars sont rares. Néanmoins, elles devraient être conçues et adoptées.

Avant de commercialiser un cultivar nouveau quelconque, l'améliorateur doit tester ses qualités et évaluer sa valeur culturale ou horticole. En se basant sur les tests préliminaires, les améliorateurs sélectionnent leurs meilleures lignées et les soumettent aux essais comparatifs qui sont souvent effectués dans des régions différentes. Lorsque les résultats s'avèrent assez bons, le nouveau cultivar est alors multiplié en quantités raisonnables et lancé sur le marché. Pourtant, ce n'est que l'acceptation de ce nouveau cultivar par les agriculteurs qui détermine finalement à quel point il serait utilisé.

Les critères suivants servent à comparer un nouveau cultivar à d'autres déjà établis et à décider par conséquent si ses semences devraient être multipliées et lancées en vue d'être cultivées commercialement.

*Homogénéité:* Le degré d'homogénéité des variétés dépend du système d'amélioration en cours. Chaque plante provenant d'une lignée pure est identique à sa voisine. Une telle uniformité cependant, dépend du système cultural auquel ce cultivar est destiné. Si la nouvelle variété est prévue pour un système de cultivation à mécanisation sophistiquée dans une zone uniforme, une homogénéité absolue du nouveau cultivar serait idéale. Pourtant, la variabilité s'avère avantageuse dans des conditions différentes. Bien que le standard défini pour l'homogénéité varie pour les différentes espèces et même pour les divers cultivars issus d'une même espèce, il doit être maintenu aussi élevé que possible. Les hybrides  $F_1$ , constituent de bons exemples pour lesquels différents standards de qualité sont requis.

**Distinction:** L'identité du nouveau cultivar et sa distinction par rapport aux autres sont des caractères importants qui s'associent à la multiplication et à la certification des semences. La distinction pourrait se baser sur les caractères morphologiques, physiologiques ou agricoles. C'est la distinction morphologique qui présente cependant la meilleure valeur pratique permettant de maintenir pure une variété.

**La stabilité:** Un cultivar stable devrait être apte à être reproduit pour plusieurs générations sans qu'il perde toutefois son identité distincte. Le degré de stabilité est influencé par le système d'amélioration en cours. Tandis que les lignées pures des cultivars sont stables, les semences d'un cultivar hybride  $F_1$  sont complètement instable.

**Valeur:** Le nouveau cultivar doit présenter des qualités ou des valeurs économiques appropriées. Le blé par exemple, devrait être bon pour le pain, les petits pois pour la conservation en boîte, les semences de tournesol pour l'huile et les fourragères pour l'alimentation du bétail. De telles valeurs s'avèrent d'autant plus importantes que le rendement économique du cultivar est plus grand.

**La performance culturale:** A moins que le nouveau cultivar puisse attirer l'attention de l'agriculteur, il ne sera en aucun cas cultivé. La performance englobe des caractères comme la rentabilité par hectare, les jours jusqu'à maturité, la hauteur des plantes, la résistance à la verse, la réaction aux engrais, la résistance aux maladies et ravageurs communs, les caractéristiques de qualité et la réaction aux conditions environnementales peu favorables telles que la sécheresse, le froid et la salinité.

## **Le comité de lancement des variétés**

Tant dans les pays développés que dans ceux en voie de développement, les décisions concernant l'enregistrement des nouveaux cultivars relèvent, selon la loi, des responsabilités d'un comité officiel dont les membres sont généralement choisis parmi les agences ou instituts gouvernementaux officiels concernés par l'amélioration des cultivars. Ces individus devraient être indépendants des spécialistes de l'amélioration des cultures qui soumettent leurs nouveaux cultivars aux examens de lancement. Toutefois, il importe qu'un seul membre du comité au moins possède une connaissance suffisante en matière d'amélioration.

Les comités de lancement des variétés tiennent normalement des réunions régulières durant lesquelles les nouveaux cultivars sont approuvés sur requêtes de leurs producteurs. Le comité doit évaluer différentes sortes d'informations, en particulier la description du cultivar et les résultats des essais sur champ. Le degré auquel le comité de lancement tient en compte

l'évaluation effectuée par l'améliorateur diffère d'un système à un autre. Les plans volontaires d'enregistrement réservent un plus grand poids à l'évaluation effectuée par l'améliorateur tandis que les systèmes obligatoires n'acceptent en général que les tests et les méthodes officiels. Les comités de lancement sont responsables également de la dénomination du cultivar, suite à l'étude de la requête du requérant.

## **La dénomination du cultivar**

Le comité de lancement doit approuver le nom du nouveau cultivar afin d'éviter toute confusion possible avec les autres. Il est important que les dénominations soient courtes, simples et faciles à retenir. Les noms ne devraient pas inclure des éléments descriptifs ayant trait à la qualité de la nouvelle variété; ceux là deviennent souvent démodés et augmentent ainsi le risque d'erreurs et de confusions lorsqu'il s'agit de les traduire en langues étrangères.

Les processus d'antan permettant d'utiliser le nom de l'améliorateur ou l'appellation commerciale pour la dénomination du cultivar ne sont plus admis dans la plupart des pays lors de l'enregistrement officiel des cultivars. Un code international pour la nomenclature des plantes cultivées a été mis au point par une commission de l'Union Internationale des Sciences Biologiques opérant sous l'égide de l'Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture (UNESCO). Ce code gouverne l'emploi de noms non-latin pour les cultivars issus d'une espèce ayant un nom botanique précis. En énonçant des principes à suivre et des recommandations spécifiques concernant la composition, l'usage et la reconnaissance de tels noms, ce système encourage une dénomination plus uniforme des cultivars.

Le code comprend les recommandations suivantes:

- Les chiffres et les symboles ne devraient pas être utilisés comme noms (par exemple: "S.23" pour le ray-grass anglais).
- Les noms ne devraient pas exagérer les mérites d'un cultivar puisqu'ils ne seraient plus précis lorsque des nouveaux seront introduits (par exemple: la tomate "la plus précocée").
- Les noms ne devraient pas être composés de plus de deux mots.
- Les noms devraient être simples, courts, faciles à prononcer et ne présenter aucune probabilité de mal appellation ou écriture.
- Lorsqu'un cultivar n'est plus utilisé par les agriculteurs, son nom ne devrait être réutilisé qu'après 10 ans au moins.

## **La promotion des semences de qualité**

L'utilisation des semences de qualité est un facteur essentiel permettant d'augmenter la production agricole et le revenu des agriculteurs. A moins que les agriculteurs aient obtenus une bonne récolte, personne ne peut tirer un bénéfice quelconque du temps et de l'argent investis pour le développement des semences de qualité issues de cultivars améliorés et à haut rendement.

Les directeurs des programmes de semences devraient être conscients des facteurs influençant l'adoption et l'utilisation des cultivars améliorés par l'agriculteur. Ceux là comprennent:

*Le profit généré par le cultivar: (La rentabilité du cultivar):* C'est le degré auquel les agriculteurs arrivent à reconnaître que les semences améliorées ou le nouveau cultivar augmenteraient leurs profits ou réduiraient leurs pertes en comparaison avec les anciennes semences ou cultivars. Ce facteur englobe aussi les différences qui se présentent quant aux efforts entrepris, aux risques courus, au prestige engendré ou à l'approbation sociale qui résulte de l'utilisation des semences ou des cultivars améliorés.

*La stabilité du rendement:* C'est le degré auquel l'agriculteur reconnaît que le nouveau cultivar produirait de bons rendements de façon consistente, en particulier lorsque les conditions ambiantes ne sont pas favorables.

*La simplicité:* C'est le degré auquel les agriculteurs arrivent à reconnaître que les semences du nouveau cultivar sont faciles à obtenir et que les pratiques culturales associées sont faciles à adopter.

*La compatibilité:* C'est le degré auquel un agriculteur reconnaît qu'un nouveau cultivar satisfait ses besoins, ses jugements, son expérience antérieure et s'adapte aux systèmes d'exploitation existants. Par exemple, un cultivar à cycle de croissance extrêmement long ou extrêmement court ne conviendrait peut être pas au système de culture de l'agriculteur ou au modèle de culture de la communauté. Un tel cycle non approprié engendrerait des problèmes sérieux quant à l'irrigation, la lutte contre les ravageurs, la disponibilité de la main d'oeuvre ou des équipements appropriés, la commercialisation, le conditionnement ou le transport.

*La visibilité:* C'est le degré auquel l'agriculteur arrive à visualiser les résultats de l'utilisation du nouveau cultivar et à quel point ceux là sont apparents par rapport aux autres cultivars. Un nouveau cultivar dont les caractéristiques de croissance sont distinctement différentes apparaîtrait dès les premiers stades bien avantageux par rapport aux anciens cultivars. La différence tant en qualité qu'en quantité du rendement devrait être visible.

*Risque limité:* C'est le degré auquel les agriculteurs se rendent compte qu'il

leur est possible d'essayer la nouvelle innovation sans grand risque, sur une petite échelle. L'emploi de semences de qualité présente à l'agriculteur un avantage distinct par rapport à l'usage d'autres types d'innovations: celui de pouvoir conduire les essais sur une petite parcelle de son terrain.

*L'indépendance:* C'est le degré auquel les agriculteurs arrivent à se rendre compte de la possibilité d'adopter la nouvelle innovation sans avoir à consulter d'autres personnes. A moins que les propriétaires des exploitations, les institutions de crédit ou la communauté imposent des requêtes ou des restrictions, la décision de cultiver les semences d'un nouveau cultivar est prise indépendamment de toute autre. Si les semences sont disponibles, les agriculteurs sont libres de choisir de les planter ou pas. Plusieurs autres innovations ont un degré d'indépendance plus réduit.

Les présidents des unions d'agriculteurs, les agriculteurs innovateurs et les directeurs des programmes de semences devraient établir des voies de communication avec les agriculteurs et les informer à propos des nouvelles semences. Ils devraient développer également un système convenable de commercialisation permettant de rendre les semences disponibles aux agriculteurs, tout en encourageant une politique gouvernementale appropriée.

L'adoption de nouvelles innovations telles que les semences des cultivars améliorés est fortement influencée par la disponibilité des éléments de production et par l'accès des récoltes aux marchés. L'établissement d'objectifs spécifiques, l'identification de groupes cibles de communication et l'engagement de ressources nécessaires pour solliciter l'action constituent des facteurs importants permettant de formuler les campagnes nécessaires à l'introduction des nouveaux cultivars et des technologies relatives.

Quant à la production de semences, la recherche devrait être reliée aux programmes de vulgarisation dans le but de transférer de façon efficace la technologie appropriée aux agriculteurs. Les organisations nationales et internationales aussi bien que les entreprises dépendent de plus en plus des recherches appliquées ou adaptées aux champs des agriculteurs. Cette technique permet aux agriculteurs de participer et d'apprendre et les pousse à rechercher les semences des cultivars prometteurs. De même, elle permet aux agronomes et aux agents responsables de la vulgarisation d'apprendre à manipuler efficacement la nouvelle technologie.

La compétence technique, le savoir-faire (know-how) scientifique, la compréhension économique globale et les compétences en matière de gestion du personnel des programmes de recherches ainsi que les services de vulgarisation devraient être consolidés. L'ingéniosité en matière de communication et les campagnes réussies de promotion qui en résultent nécessitent des ressources suffisantes pour le perfectionnement du personnel, un budget pour les salaires, les frais de travail et de maintien ainsi que pour les frais de voyage et les politiques de gestion du personnel, y compris les encouragements.

Un programme efficace de promotion des semences nécessite une coopération étroite entre le personnel de la recherche, de la vulgarisation, de la communication, des entreprises de production de semences et de la commercialisation. Aucun groupe ne possède le monopole de la communication avec les agriculteurs.

Afin de déterminer la demande réelle de semences, il est nécessaire d'entreprendre une étude globale de marché sur le niveau national et une autre plus précise sur le niveau de l'entreprise de semences. L'information sur les marchés est importante tant pour l'organisation de la production que pour les programmes de commercialisation. L'entreprise peut cependant prévoir la demande du marché en examinant ce que les acheteurs, les vendeurs et les experts disent, font ou ont déjà fait dans le passé.

Le processus de détermination des prix des semences pourrait varier énormément d'une culture à une autre. Ceci dépend en grande partie de l'agriculteur, s'il arrive à épargner une petite quantité de ses semences ou non. Les frais directs ou indirects, le profit et l'estimation de ce que les acheteurs seraient en mesure de payer devraient également être pris en considération lors de la détermination du prix des nouvelles semences. Lorsqu'il s'agit de planifier une activité de commercialisation, il faudrait examiner très étroitement les comptes de mise à bord ou de transport des semences du lieu de production au lieu d'utilisation.

La politique du gouvernement et ses actes influencent l'utilisation des semences. Par exemple, une politique qui permet aux prix de couvrir la totalité des frais et de prévoir un certain profit devrait stimuler la croissance des entreprises de semences et des groupes de commercialisation. Egalement, une campagne de production bien planifiée stimule la demande des semences de qualité supérieure.

Afin de promouvoir l'utilisation des bonnes semences, un programme de vulgarisation vigoureux devrait être mis au point. Ce programme fournirait aux agriculteurs les conseils concernant l'utilisation des semences de qualité issues de cultivars améliorés. Un programme pareil devrait conduire à une augmentation de la production, une amélioration des revenus des agriculteurs et un bénéfice global pour les communautés rurales.

Le programme de vulgarisation devrait:

- Informer les agriculteurs de l'existence et des avantages des semences de qualité.
- Convaincre les agriculteurs d'utiliser les semences de qualité sur une plus grande échelle.
- Informer les agriculteurs à propos des moyens d'obtention de semences de qualité supérieure et à propos des politiques gouvernementales relatives.
- Former les agriculteurs aux méthodes de culture des semences.
- Etablir une liaison efficace reliant agriculteurs, améliorateurs et spécialistes de production de semences.

- Organiser des journées au champ et des parcelles de démonstration à même les champs des agriculteurs.

Les agriculteurs et toute autre personne sont informés à propos des nouveaux cultivars ou des semences de qualité par l'entremise de la radio, de la télévision et des journaux. Des réunions devraient se tenir entre les agriculteurs, leurs leaders, les spécialistes en matière de semences et les créateurs de politiques. Des journées de visites aux champs et aux parcelles de démonstration peuvent être organisées dans les villages, les villes ou les sièges des organisations d'agriculteurs. Il faudrait également encourager les visites aux autres programmes réussis établis dans le pays ou à l'extérieur et prévoir des cours spécialisés de perfectionnement pour les agriculteurs, les spécialistes semenciers et les créateurs de politiques.

## **Conclusion**

Les programmes de semences, service rendu aux agriculteurs, ne remplissent leurs fonctions que lorsque la plupart des agriculteurs obtiennent et plantent facilement les semences de qualité. La production de semences devrait être considérée comme une seule parmi les multiples composantes des objectifs d'un programme; le développement de capacités de recherches plus vigoureuses, le maintien et la multiplication efficace des semences originales ainsi que l'établissement des entreprises de semences, des systèmes de contrôle de qualité, des mécanismes de commercialisation et des unités d'éducation plus efficaces en sont d'autres. A long terme, ces initiatives réussissent lorsqu'ils encouragent la croissance de la production agricole et que les semences des variétés améliorées parviennent aux agriculteurs par le biais d'un tuyau de conduite en dilatation continue.

## **Bibliographie**

- Canadian Seed Growers Association. 1971. Manual for professional seed growers. P.O. Box 455, Ottawa, Canada.
- Douglas, J.E. 1980. Successful seed programs: A planning and management guide. Westview Press Inc. 5500 Central Avenue, Boulder, Colorado 80301, USA.
- Feistritzer, W.P. and Kelly, A.F. 1978. Improved seed production. A manual on the formulation, implementation and evaluation of seed programs and projects. FAO Plant Production and Protection Series No. 15. FAO, Rome, Italy.
- International Association for Plant Taxonomy. 1979. International code of nomenclature for cultivated plants. Utrecht, The Netherlands.

- Lionberger, H.F. 1960. Adoption of new ideas and practices. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.**
- Maalouf, W.D., Singh, A., and Sung, T.Y. 1975. Extension programme for the promotion of quality seed. Pages 213-229 in Cereal Seed Technology. A Manual of Cereal Seed Production, Quality Control, and Distribution (Feistritzer, W.P., ed.). FAO, Rome, Italy.**
- Mosher, A.J. 1966. Getting agriculture moving: Essentials for development and modernization. Frederick A. Praeger, New York, USA.**
- Van der Ban, A.W. 1984. Report on ICARDA's role in agricultural extension (unpublished). ICARDA, P.O. Box 5466, Aleppo, Syria.**

## **L'organisation de l'industrie de semences aux Pays Bas: Accent porté sur les céréales**

---

**W.J. Van der Burg**

*Station Gouvernementale d'Essais de Semences,  
BP. 9104, 6700 HE Wageningen  
Les Pays-Bas*

### **Introduction**

Ce document décrit les composantes de l'industrie de semences hollandaise et les liens qui les unissent. La figure 1 représente les sept étapes ou composantes dont la première est la création d'une nouvelle variété et la dernière son utilisation par l'agriculteur.

La plupart des composantes de l'industrie de semences hollandaise ont évolué pendant longtemps dans des conditions spécifiques, différentes de celles des autres pays ayant atteint le même niveau de développement. Durant ces dernières années, les industries de semences ont adopté des procédés normalisés à l'échelle internationale, principalement à cause de la communication et des échanges commerciaux avec les autres pays. Ces procédés sont de grande importance pour les pays qui désirent exporter les semences. Dans ces pays, l'évaluation des variétés, en particulier les essais de semences et l'étiquetage, devraient être conformes aux conventions internationales. L'industrie de semences aux Pays-Bas décrite dans ce document, n'est qu'un exemple parmi plusieurs. En effet, chaque pays doit développer un système qui s'adapte à ses propres conditions climatologiques, écologiques et socio-politiques.

### **L'amélioration des plantes**

Au Pays-Bas, l'amélioration génétique des plantes a toujours relevé du secteur privé. Pendant des siècles, les agriculteurs effectuaient leurs propres sélections des cultures. Plus tard, les instituts d'amélioration privés ou publiques ont pu effectuer leurs sélections à partir des races déjà existantes et dont la résistance, le rendement, l'homogénéité et les autres caractéristiques

ont été améliorés pour enfin produire le nouveau cultivar. Cette activité s'est progressivement développée dans les années 1920 et a rapidement évolué pendant les années 1940. Le gouvernement a toujours favorisé l'initiative privée en supportant la recherche menée par les instituts de recherche et le département d'amélioration génétique de l'Université d'Agronomie. Le Ministère de l'Agriculture dispose de deux instituts d'amélioration; le premier est réservé aux grandes cultures et le second aux plantes horticoles. Les priorités des travaux d'amélioration de base sont fixées en tenant compte de deux considérations: les priorités générales de la recherche agricole, les besoins des sociétés privées qui entreprennent les travaux d'amélioration ainsi que des agriculteurs et des cultivateurs.

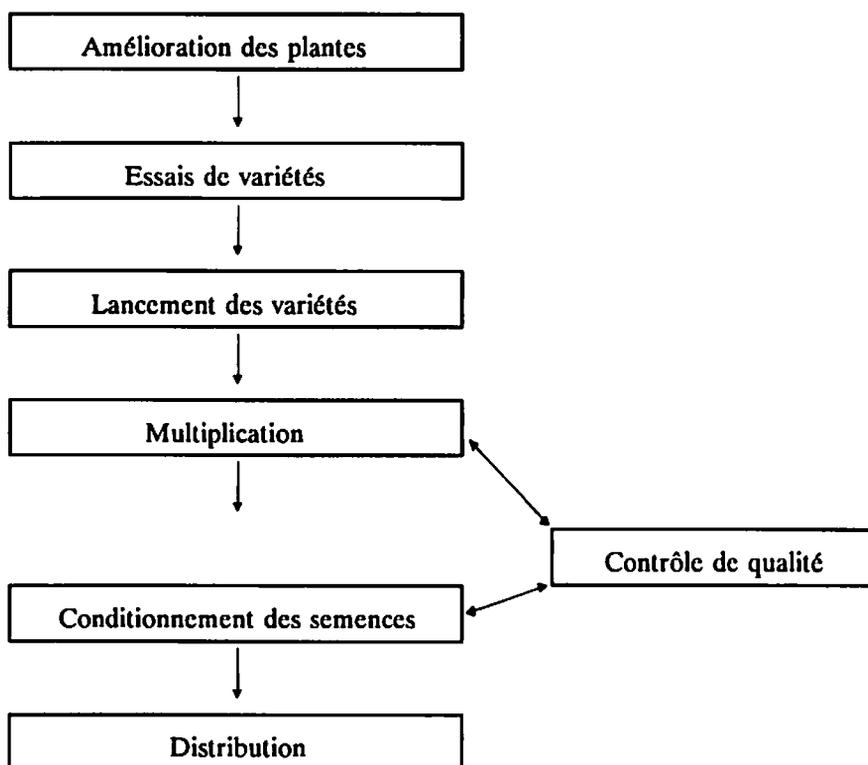


Fig.1. Les composants de base d'une industrie de semences.

Le matériel de base doté d'une propriété de grand intérêt, une nouvelle résistance par exemple, mais dont tous les caractères ne sont pas encore stables passe dans les sociétés privées qui mènent les travaux d'amélioration et qui possèdent l'expérience et les moyens de produire de nouvelles variétés capables de satisfaire la demande du marché.

Les instituts et les sociétés privés discutent régulièrement des progrès réalisés par les projets d'amélioration, les informations sont toutefois gardées confidentielles. Quand le matériel de base est prêt à être lancé, l'institut annonce ses données de base, son prix et la qualité des semences ou des plantes disponibles. De telles interactions sont avantageuses pour les agriculteurs et les cultivateurs.

Les sociétés privées opèrent continuellement dans une ambiance tendue pour pouvoir lancer le matériel de base dans les plus brefs délais, tandis que les instituts sont chargés de préparer le matériel de base jusqu'au stade où il serait pris en charge par les améliorateurs privés et de s'assurer que ce matériel précieux ne serait pas perdu.

Souvent, les instituts et les exploitations où les expérimentations ont lieu contribuent indirectement aux programmes d'amélioration. Un institut de phytopathologie par exemple, fournit aux instituts apparentés et aux sociétés privées le matériel source d'infection qui leur permet de mener les travaux d'amélioration dans le domaine de la résistance aux maladies.

## **Les essais et le lancement des variétés**

Une variété soumise par l'améliorateur n'est prête à être multipliée et commercialisée qu'après avoir été assujettie à une recherche extensive de sa valeur. Un agriculteur ne peut entreprendre tout simplement des essais comparatifs de plusieurs variétés. Seuls les instituts gouvernementaux qui disposent de champs d'essais distribués à travers le pays peuvent effectuer des évaluations qui puissent représenter les diverses conditions au champ (c.à.d. les variétés appropriées aux opérations mécanisées, aux multiples conditions édaphiques et climatologiques et aux différentes périodes de semis et de récolte).

Il importe d'établir si la variété proposée est réellement nouvelle. Pour ce, elle est soumise à une recherche botanique afin de déterminer ses caractères. Un caractère au moins devrait prouver que la variété est nouvelle, indépendante et éligible à être protégée par "les Droits de l'Améliorateur de Plantes (valables pour 20 ans dans le cas précis des céréales)". Sur la base de la distinction ou de l'identité, de l'homogénéité et de la stabilité de la variété, le Conseil des Droits de l'Améliorateur de Plantes décide alors de l'enregistrer dans "le Registre des Variétés". Celles qui se s'avèrent intéressantes pour être cultivées aux Pays-Bas sont inscrites dans "Le Catalogue des Variétés".

Il importe également d'établir la valeur culturelle des grandes cultures, celle-ci doit être avantageuse par rapport à celles des variétés déjà existantes au cas où ces cultures devraient figurer sur le catalogue des variétés. Ce catalogue est compromettant, ce qui veut dire que seules les variétés présentes peuvent être utilisées pour le commerce (à l'exception des herbes, des trèfles et d'un certain nombre de nouvelles variétés encore sous essais, c.à.d. des pratiques d'essais à petites échelles). Le catalogue des plantes horticoles n'est

pas compromettant, par conséquent il est possible de commercialiser les variétés qui n'y figurent pas. Ces catalogues remplissent une fonction consultative et servent en particulier aux cultivateurs. Les variétés de plantes horticoles qui figurent sur le Catalogue Commun de la Communauté Économique Européenne peuvent être automatiquement commercialisées dans les états membres.

## **La multiplication, le conditionnement et la distribution des semences**

Aux Pays-Bas, les sociétés privées multiplient, conditionnent et distribuent les semences. Le gouvernement n'a donc pas besoin de créer un système indépendant de distribution de semences. Chaque société, magasin ou personne impliqué dans le commerce des semences doit cependant être affilié à un des quatre services d'inspection ou bien aux autorités de certification chargées des différents groupes de cultures. Ce sont Le Service d'Inspection Générale (GNIS) des semences et plantes agricoles (NAK), le GNIS des semences de cultures maraîchères et des plantes à fleurs (NAKG), le GNIS des plantes ornementales et le GNIS des produits de l'arboriculture (NAKB).

L'inspection des céréales fournit un exemple des procédés cités. L'améliorateur est responsable du maintien de la variété, les semences de base sont par conséquent produites dans des exploitations spéciales où la multiplication a lieu sous son contrôle direct. Le maintien des variétés se fait sur des parcelles spéciales où un contrôle de la génération qui précède les semences de base est effectué. Ces parcelles sont cultivées dans les exploitations de contrôle central du service d'inspection. Il existe deux classes de semences de base (la super élite et l'élite) ainsi que deux classes de semences certifiées (la première et la deuxième génération). En pratique, les semences certifiées de deuxième génération sont produites mais ne sont utilisées que s'il y a un manque de semences de première génération (Le tableau 1 présente la terminologie utilisée aux Pays-Bas pour la certification des semences).

Chaque lot de semences de base certifiées subit un contrôle à postériori. Ces résultats servent en tant que contrôle à priori pour l'inspection des semences certifiées de première génération. Les inspecteurs inspectent les champs de semences mères et de semences de base deux fois tandis qu'ils inspectent une seule fois les champs de semences certifiées. Le contrôle à postériori des semences certifiées se fait au hasard, un champ sur cinq est contrôlé. Pour que ce système puisse fonctionner, il est nécessaire d'établir des mesures administratives attentives à contrôler l'origine du matériel de multiplication. L'agriculteur doit donc remettre sa requête accompagnée de tous les certificats que les semences en question ont obtenus. Le service d'inspection supervise toutes les opérations comme la récolte, l'entreposage et le nettoyage. Des réglementations appropriées ont été mises au point afin de

sauvegarder l'identité des lots de semences. Durant l'inspection et l'échantillonnage des lots, une attention particulière est réservée à l'homogénéité. Seuls les lots uniformes sont certifiés et l'échantillonnage est effectué selon les règles de l'Association Internationale d'Essais de Semences (ISTA). Si le lot est conforme aux normes admises pour ce qui est de sa teneur en eau, sa pureté, sa faculté germinative, son état phytosanitaire, ... etc, il est à ce moment prêt à être certifié. L'étiquetage est effectué par l'inspecteur ou bien sous sa supervision directe. Après que les lots aient été scellés, ils sont prêts à être commercialisés.

Tableau 1. La terminologie utilisée aux Pays-Bas pour la certification des semences de céréales.

Multiplicateur de semences	Type de semences
Améliorateur (créateur)	Lignées ou clones individuels de semences de l'améliorateur
L'exploitation où la multiplication a lieu (sous la supervision de l'améliorateur)	* Semences mères * Semences de base
Cultivateurs sur contrat	* Semences certifiées de première génération * Semences certifiées de deuxième génération

\* Terminologie de l'OECD.

## Le contrôle de la qualité

Plusieurs aspects du contrôle de la qualité des semences ont déjà été discutés. Les essais aux laboratoires en sont un autre. Bien qu'ils fassent partie de la certification des semences, ils remplissent d'autres fonctions (voir Fig.1). Les procédés et réglementations des essais de semences aux Pays-Bas ne seront pas décrits en détail dans ce document étant donné qu'ils sont effectués par un seul institut conformément aux normes de l'ISTA.

La fonction consultative que remplit la station d'essais est un autre aspect vital du contrôle de la qualité des semences. Cette fonction consultative nécessite plus d'efforts que le travail régulier d'essais de routine, en particulier si l'industrie de semences est nouvelle. Les problèmes que cette industrie pourrait affronter sont divers. Les températures ou les teneurs en eau élevées voire même les fraudes en sont des causes probables, cependant, l'ignorance et la négligence en sont les principales causes. Dans plusieurs cas, la station d'essais de semences peut assister à résoudre le "mystère" à travers une recherche appliquée ad-hoc. Les différentes étapes de production seront ainsi vérifiées à l'aide des essais de germination effectués avant et après la récolte, avant et après le séchage et durant les autres étapes.

## Le développement de l'industrie de semences en Inde

---

**P.K. Agrawal**

*Division de la Science et Technologie des semences,  
Institut Indien de Recherches Agricoles,  
New Delhi, 110012, Inde*

### Aperçu historique

En Inde, la production et la technologie des semences ont rapidement progressées durant les dernières années. Le Rapport de la Commission Royale pour l'Agriculture a présenté en 1928 la première analyse des besoins de la production de semences en Inde. Ceci fut la première étape importante dans ce domaine. En 1957, le Conseil Indien de la Recherche Agricole (ICAR) introduisit en collaboration avec la Fondation Rockefeller le Projet Coordonné de Maïs marquant ainsi le début d'une approche intensive, intégrée et multidisciplinaire, en vue notamment d'améliorer la production des différentes cultures en Inde. En 1960, l'ICAR implanta un projet similaire pour le sorgho et le millet à chandelles dont les hybrides furent lancés respectivement en 1964 et 1966. La complexité du processus que nécessitent la production de ces hybrides révéla à quel point le système courant de production de semences est malapproprié. Le gouvernement indien décida alors d'implanter une régie de semences. La Régie Nationale des Semences (NSC) fut créée en 1963 par le gouvernement sur décret de la loi des sociétés. La (NSC) fut nommée responsable du développement de l'industrie de semences en Inde, y compris l'instauration de mesures aboutissant à la production, au conditionnement et à la commercialisation des semences de bonne qualité, en particulier les premiers croisements des hybrides du maïs.

Durant les années 1963 à 1969, les industries de semences publiques et privées se sont rapidement développées. En 1965 les premières 250 tonnes de blé nain furent importées du Mexique, une livraison de 18.000 tonnes suivit en 1965. Au cours de la même année, la première variété de riz nain fut importée de Taiwan. En 1966, le Parlement Indien vota la loi des semences.

De 1963 à 1969, la NSC fut concernée principalement par la production de semences de base. Durant cette période, la surface destinée à la production de semences certifiées augmenta de 360 à 35.000 ha. Le secteur privé et la

Régie de Développement du Taraï, établie en 1969 avec l'assistance de la Banque Mondiale, s'étaient chargés de cette production. Cette activité fut adressée principalement aux universités, aux agriculteurs innovateurs de la région et à la NSC. Le projet visa à aménager 16.000 ha pour la production de semences dont 5.000 ha appartiennent aux universités. Les semences de blé furent les principales semences produites en plus d'une grande quantité de riz, de maïs et de soja. Ce fut la première tentative de développement d'une zone spécialisée en production de semences. Dès la première année d'entrée en vigueur de la loi des semences, la NSC fonctionna comme une agence de certification dans tous les états sauf un seul. La NSC établit en Inde une industrie scientifique de conditionnement de semences et aida les fabricants à produire localement les équipements nécessaires.

La situation des semences en Inde fut révisée en 1968 par l'Equipe de la Révision des Semences et puis en 1971 par la Commission Nationale pour l'Agriculture. La deuxième révision souligna la nécessité de maintenir la pureté des semences vue la vitesse de détérioration des variétés à haut rendement. A la lumière des différentes recommandations, le gouvernement décida d'organiser des agences de production de semences dans les différents états Indien, en vue notamment d'assurer l'approvisionnement en semences aux programmes planifiés de production des diverses cultures. Ces événements sont brièvement résumés dans le tableau 1.

---

Tableau 1. Compte rendu du développement de la production et de la technologie de semences en Inde.

---

1928	Le Rapport de la Commission Royale pour l'Agriculture précise que les moyens disponibles ne sont pas appropriés pour l'augmentation de l'offre de semences mères et que la pureté variétale des semences n'est pas maintenue.
1957	Le Projet Coordonné du Maïs.
1960	Des projets similaires pour le sorgho et le millet à chandelles débutent. Les cours de perfectionnement en technologie de semences commencent.
1961	Quatre hybrides de maïs sont lancés.
1963	La Régie Nationale des Semences est établie.
1964	Le premier hybride de sorgho est lancé.

- 1965 Le premier hybride de millet à chandelles est lancé. 250 tonnes de semences de blé nain sont importées du CIMMYT, situé au Mexique.
- 1966 La loi des semences est adoptée (elle entre en vigueur en 1969).
- 1963-69 La surface de production de semences certifiées augmente de 360 à 35.000 ha.
- 1968 Le rapport de l'équipe de révision des semences est soumis.
- 1969 La Régie de Développement du Taraï est établie avec l'assistance de la Banque Mondiale en vue de produire principalement des semences certifiées de blé. Le concept de développement des zones spécialisées en production de semences est adopté.
- 1971 La Commission Nationale pour l'Agriculture soumet son rapport. Le gouvernement décide de réorganiser la production de semences en Inde. La Société Indienne de Technologie des Semences (ISST) est établie.
- 1972 L'ISST organise le premier colloque des semences pour toute l'Inde (cinq autres furent organisés depuis).
- 1975 Le rapport-projet du Programme National de Semences (NSP) est soumis.
- 1981 Le premier atelier de technologie de semences est organisé sous l'égide du NSP. La production des semences certifiées augmente de 137.000 tonnes en 1974/75 à 350.000 tonnes en 1980/81.
- 

## **La loi des semences et le contrôle de la qualité**

La loi des semences adoptée en 1966 entra en vigueur en Octobre 1969. Cette loi et les décisions subséquentes établirent que les semences des variétés ainsi déclarées ne pouvaient être vendues, offertes ou présentées à la vente que si elles étaient conformes à certaines normes minimales de germination et de pureté établies par le Comité Central des Semences.

La certification des semences en Inde fut liée à la déclaration des variétés, le lancement n'étant pas suffisant pour les certifier. Le Comité

Central des Semences fut chargé de la déclaration ainsi que de l'établissement des normes minimales de certification. Ces normes furent publiées dans deux livrets: "Les Normes Minimales de Certification des Semences" et "le Manuel d'Inspection sur Champ". Le gouvernement forma un conseil central pour la certification des semences dans le but d'aider les gouvernements des états à établir les mesures et les législations de contrôle de qualité des semences.

Tous les gouvernements des états installèrent des laboratoires d'essais de semences. Parmi 51 de ces laboratoires, 32 furent désignés comme laboratoires officiels. Le nombre d'échantillons testés augmenta de 65.000 en 1967 à 286.968 en 1982. Un laboratoire central d'essais de semences fut installé également. Ce laboratoire est chargé de vérifier les normes de certification des semences comme indiqué par la loi. La certification des semences est un acte volontaire tandis que l'étiquetage authentique est obligatoire.

Néanmoins, la plupart des semences produites en Inde sont certifiées, à l'exception des semences de cultures maraîchères qui sont authentiquement étiquetées. Le système par génération est le plus commun pour la production de semences. Pour les hybrides ou bien lorsqu'on s'attend à une détérioration rapide des variétés, on a recours au système par génération : Semences épurées de l'Améliorateur --> de Fondation --> Certifiées. Pour les cultures autopolinisées, le système est le suivant : Semences épurées de l'Améliorateur --> de Fondation I --> de Fondation II --> Certifiées I --> Certifiées II --> Certifiées III. Les étapes de production de semences de qualité de cultures autopolinisées telles que le blé et l'orge, sont représentées dans le tableau 2.

## **La production de semences de l'améliorateur et de semences de fondation/ou de base**

La production de variétés locales et/ou présentes dans l'état relève de la compétence des universités et des régies de semences étatales tandis que la NSC produit les semences de fondation (de base) certifiées des variétés nationales et/ou régionales.

Étant donné que les semences épurées de l'améliorateur ne sont pas certifiées, leur qualité est contrôlée lors des inspections sur champ effectuées par une équipe composée du coordinateur des cultures, de l'améliorateur et du représentant de la NSC. L'ICAR est chargé de produire les semences de l'améliorateur qui sont ensuite transmises à la régie nationale des semences, agence étatale de production de semences, afin d'être multipliées davantage.

## **La production de semences certifiées/ou semences de qualité**

En Inde, la production de semences certifiées est en progression continue. Cette tendance fut modeste jusqu'en 1978/79 ( production 5 fois plus importante seulement en comparaison avec 1953/54). L'augmentation fut plus

tard spectaculaire et la quantité de semences certifiées/ou de qualité produites dans le pays augmenta de 31 fois environ en 1983/84. Il a été projeté qu'à la fin de 1984/85 l'augmentation serait de 40 fois, comme le présente le tableau 3.

## Le Programme National de Semences

A cause de l'augmentation de la demande et de la production de semences certifiées/ou de qualité, le gouvernement assisté par la Banque Mondiale lança en 1976 le Programme National de Semences (NSP) (41 millions de US\$, la contribution du gouvernement Indien étant de 102,5 millions de RS; 10,0 RS= 1,0 US\$). Ce programme visa à assurer la production de semences de l'améliorateur, la recherche en matière de technologie de semences ainsi que les cours de perfectionnement et l'assistance technique (consultation) à cette technologie.

Tableau 2. La relation entre l'amélioration des plantes et la production de semences de cultures autopolinisées.

1. Amélioration des plantes	2. Production de semences
Développement des variétés (amélioration génétique, introduction, etc.)	Semences de l'améliorateur
Nouvelle variété	
Projet d'amélioration des plantes	Semences de fondation étape I (certification des semences et contrôle de la qualité)
Essais variétaux	Semences de fondation étape II
Lancement des variétés	Semences certifiées étape II
Déclaration des variétés (rend la variété éligible à la certification)	Semences certifiées étape III (non éligibles à une certification supplémentaire)

Les unités de production de semences de l'améliorateur furent localisées dans 34 centres différents (les universités agricoles et les instituts ICAR), 14

universités agricoles conduirent des recherches en matière de technologie de semences. Le NSP fournit l'assistance financière pour l'octroi des infrastructures et des dispositifs d'entreposage nécessaires à la production de semences de l'améliorateur ainsi qu'à la création des dispositifs et la formation des hommes de sciences à la conduite des recherches en technologie de semences. Un coordinateur assis à l'Institut Indien de Recherches Agricoles à New Delhi dirigea ces activités.

Le plan permit d'assurer et de maintenir un flux constant de semences de l'améliorateur à la NSC, industrie de semences de l'état, afin que la quantité et la qualité adéquate de semences de fondation et de semences certifiées puissent être fournies. La NSC aida à organiser dans le pays, une bonne recherche en matière de technologie de semences et ceci dans le but de produire des semences de bonne qualité et de rendre cette industrie auto-dépendante.

---

Tableau 3. L'Augmentation actuelle et projetée de la vente des semences en Inde.

---

Année	Quantité de semences vendues. (en milliers de quintaux)
1953/54	183
1978/79	903
1979/80	1400
1980/81	2501
1981/82	2980
1982/83	4206
1983/84	5703
1984/85	7200

---

(Projection du gouvernement Indien.)

Le NSP organisa quatre ateliers annuels de technologie de semences, le cinquième devrait avoir lieu en Août-Septembre 1984. Au cours de ces ateliers, divers centres présentent et discutent les résultats achevés. Il s'en suit une planification des expérimentations futures. L'analyse approfondie des résultats obtenus par les unités de recherches en technologie de semences permet de reconsidérer les domaines de travail et les normes en cours.

Afin de satisfaire aux responsabilités grandissantes de la production de semences certifiées, l'état créa un nombre de régies de semences dont 35 % appartiennent aux gouvernements des états et à leurs agences, 35 % aux

cultivateurs et 30 % au gouvernement central par l'entremise du NSC. Dans chaque état, des zones spécialisées produisant des rendements élevés furent choisies en vue de les développer davantage. Le projet fournit les fonds nécessaires pour amener ces régions à un niveau de productivité encore plus élevé, les fonds à long-terme étant consacrés au développement et ceux à court-terme à l'octroi d'intrants.

## **La formation du personnel et la recherche**

Vers le début des années 1960, le besoin d'avoir une main d'oeuvre spécialisée se fit sentir. Plusieurs cours de perfectionnement à la production et en technologie de semences furent conduits depuis par l'Institut Indien de Recherches Agricoles, la NSC, l'Université d'Agriculture et de Technologie de Bant en G.B. ainsi que d'autres instituts. L'Université de Pantnagar offrit à ses étudiants un programme facultatif en technologie de semences.

De même, des programmes de spécialisation en technologie de semences furent offerts par l'Université Agricole du Tamil Nadu au Coïmbatore, l'Université des Sciences Agricoles au Bangalore et l'Institut Indien de Recherches Agricoles à New Delhi. Plusieurs universités agricoles offrirent également des cours de formation à la vulgarisation de la technologie de semences.

Les divers instituts de l'ICAR ainsi que les universités agricoles mènent les recherches sur les semences. Vingt-quatre instituts de recherche et 21 universités agricoles y sont engagées. Les recherches portent sur les distances d'isolement, les taux de plantation, l'entreposage, la germination, la dormance, la vigueur, la maturité des semences, les divers aspects de la pathologie des semences, le conditionnement, le séchage, le contrôle de la qualité, la lutte contre les ravageurs, la commercialisation et la vulgarisation des semences.

## **L'Industrie de semences et le secteur privé**

L'industrie de semences qui relève du secteur privé joue un rôle très important dans le développement de cette industrie en Inde. Au cours des dix dernières années, l'industrie de semences s'est considérablement élargie. Le nombre de petits, moyens et gros commerçants de semences fut estimé à 2000 dont 200 semblent porter un intérêt permanent à ce commerce. La Société Indienne de la Technologie de Semences publia en 1980 un annuaire du personnel qui travaille dans ce domaine. Un annuaire similaire fut publié par l'Association des Marchands et des Pépiniéristes Cultivateurs de Semences de toute l'Inde. Les industries de semences privées jouent un rôle important dans la dissémination des semences certifiées en Inde et leur exportation. La production de semences destinées aux douanes fut adoptée par les divers sociétés indiennes de semences, la NSC comprise.

## **L'industrie de semences au Kenya**

---

**A.J.G. van Gastel**  
*Coopération Internationale,*  
*ICARDA, BP. 5466*  
*Alep, Syrie*

### **Introduction**

L'économie du Kenya repose essentiellement sur le secteur agricole: 20% seulement des terres sont arables, 20% sont en prairies et le reste consiste principalement en terrains secs broussailleux. La population, estimée à 17,5 millions en 1983, s'accroît à un taux de 4,1 % par an. On estime que vers l'an 2000 il n'y aura que 0,5 ha de terres potentiellement productive par habitant. La production agricole a doublé durant les deux dernières décades principalement à cause de l'expansion des surfaces cultivées mais aussi à cause de l'introduction des hybrides du maïs. La plupart des terres aménagées sont cultivées par de petits paysans. Le gouvernement est déterminé à augmenter la production des denrées alimentaires par l'entremise de bons programmes de production de semences.

### **L'amélioration génétique des plantes**

Les travaux d'amélioration génétique et de recherches sont exclusivement entrepris par le secteur public dans les différentes stations nationales de recherches, spécialisée chacune dans une ou plusieurs cultures. La Station Nationale d'Amélioration de plantes située à Njora s'occupe particulièrement du blé, de l'orge et des cultures d'oléagineux (tournesol, graines de colza). Les Brasseries du Kenya et les Industries de l'Afrique de l'Ouest, deux organisations privées, coopèrent respectivement pour l'amélioration et la recherche sur l'orge et les cultures d'oléagineux.

La Station Nationale de Recherches Agricoles est mandatée pour ce qui est de l'amélioration et de la recherche sur le maïs, les herbes de pâturage et les fourragères. La Société de Semences du Kenya s'occupe de l'amélioration

du maïs et d'un certain nombre de cultures telles que le tournesol et le colza. La Station Nationale de Recherches sur la Pomme de Terre améliore les variétés de pomme de terre. Les autres stations de recherches travaillent sur le coton, les cultures en terrains secs et les cultures maraîchères. Ces stations sont souvent assistées par les centres internationaux de recherches.

Ces activités ont abouti à la production de variétés améliorées des principales cultures au Kenya. Le tableau 1 présente un bref aperçu de la surface plantée en semences certifiées issues de variétés améliorées.

Tableau 1. Surface cultivée en semences certifiées issues de variétés améliorées, au Kenya.\*

Culture	Surface cultivée en semences certifiées (ha)	Surface cultivée en semences certifiées en % de la surface totale cultivée
Maïs	518.000	43
Cotton	56.000	54
Orge	24.000	100
Pomme de terre	660	1

\* Source : Rapport d'évaluation du Service National de Contrôle de la Qualité des Semences pour l'année 1983, Ministère de l'Agriculture, Centre International pour l'Agriculture, Wageningen, les Pays-Bas.

### L'essai et le lancement des variétés

Les lois se rapportant aux semences et aux variétés de plantes spécifient que les nouvelles variétés ne peuvent être lancées que si leur performance culturale s'avère supérieure et si elles sont suffisamment distinctes, homogènes et stables (DUS). Afin de déterminer la valeur agro-écologique des nouvelles variétés, un système national d'essais de performance fut établi. Les stations d'amélioration de plantes situées dans les différentes zones écologiques du pays sont chargées de la conduite de essais. Elles sont patronées par l'Agence de Contrôle de Qualité. Selon la loi des semences, des expérimentations pareilles devraient être effectuées pendant trois années consécutives. Les tests DUS sont menés simultanément.

Après trois années d'essais, les Comités des Spécialistes de Lancement des Variétés pourraient proposer au Comité National de Lancement de lancer ces nouvelles variétés.

## **La production de semences**

En 1956, un groupe d'agriculteurs fondèrent la Société de Semences du Kenya (KSC) en vue de subvenir à la demande de semences. Le gouvernement du Kenya détient plus de 50 % des actions de la société qui produit principalement les semences de maïs, de blé, d'herbes et de tournesol. La KSC obtient des diverses stations d'amélioration les semences épurées de l'Améliorateur. Celles-ci sont ensuite multipliées dans les exploitations de la KSC jusqu'à obtenir les semences de base.

Les semences certifiées sont produites chez les cultivateurs de semences ayant conclu un contrat avec la société. Ces derniers reçoivent un bénéfice égal à 20-25 % en plus du prix de marché, un taux assez élevé pour encourager l'agriculteur à cultiver les semences. Les cultivateurs de semences peuvent bénéficier du service de gestion de la KSC pour la préparation des terres, le semis et les autres opérations. Le personnel de la société qui travaille aux champs suit de près les diverses étapes de la multiplication.

La Régie de Développement Agricole est chargée de la production de semences de pommes de terre tandis que les semences des cultures maraichères et d'haricots sont produites ou/et importées par un grand nombre de petites sociétés de semences.

## **Le conditionnement**

La KSC dispose de deux stations de conditionnement et de dispositifs d'entreposage localisés dans des zones différentes. Une station spéciale sèche et conditionne le maïs qui a été récolté à sa maturité physiologique, lorsque les éléments nutritifs ne sont plus absorbés et qu'il n'y a plus d'intérêt à garder les semences sur la plante. Une telle récolte précoce réduit les pertes occasionnées par les insectes, les maladies et les rongeurs et permet de consacrer plus de temps au séchage et au conditionnement. La société de semences dispose, à même ses exploitations, d'une station annexe de conditionnement réservée aux semences de base.

## **La commercialisation et la distribution**

Les semences certifiées de la plupart des cultures sont commercialisées par l'entremise d'un réseau de distribution composé de 30 débouchés appartenant à l'Association de l'Agriculteur du Kenya (KFA) et de 4000 détaillants (souvent de simples épicerie de village). La KFA commercialise également tout autre intrant agricole. Le réseau assure que les semences et les intrants relatifs sont toujours à la disposition de l'agriculteur. Les semences destinées aux petits agriculteurs sont ensachées par petites quantités (1, 5 et 10 kg) et vendues en principe dans les épicerie de village.

Pour ce qui est des prix, les semences certifiées de blé par exemple, coûtent deux fois plus cher que les grains présents sur le marché. Pour le maïs hybride, l'écart entre les prix des grains présents sur le marché et celui des semences certifiées est beaucoup plus grand.

Il est important que le produit agricole puisse être vendu facilement. Le Conseil National des Céréales et des Produits Agricoles, organisation parastatale responsable de l'achat des céréales, achète 5 % de la culture nationale de maïs et toute la culture de blé. Les prix, surtout ceux des cultures essentielles, doivent être approuvés par le comité ministériel des prix.

## **Le contrôle de qualité**

Le programme de semences du Kenya est patronné dans sa totalité par le Service National de Contrôle de Qualité des Semences (NSQCS), considéré être un des meilleurs services de contrôle en Afrique, au Sud du Sahara. Le NSQCS certifie les semences des cultures principales (maïs, blé, orge, avoine, (triticale), pomme de terre, graine de colza, tournesol et herbes) en menant les essais et les inspections sur champ et en échantillonnant les semences conditionnées. Ce même service cultive les parcelles de contrôle à postériori et certifie certaines cultures horticoles. Il contrôle également l'importation des semences en effectuant des échantillonnages, en menant des essais et en cultivant des parcelles servant de pépinières. En plus, ce service décrit les variétés (test DUS), inscrit les cultivateurs de semences, les marchands et autres et enfin contrôle les essais de performance des variétés dans les différentes zones écologiques.

Le Kenya, membre à part entière de l'Association Internationale des Essais de Semences, émet des certificats oranges et jaunes. Le Kenya est membre aussi de l'Organisation de Coopération et Développement Économique (OECD), la certification est en effet effectuée selon les plans de certification de l'OECD.

En 1976, une section spéciale pour les variétés fut créée dans le but de coordonner officiellement les essais de variétés et instaurer éventuellement les Droits de l'Améliorateur de Plantes. Bien que ces droits ne furent pas instaurés, le Kenya tient toujours le poste d'observateur à l'Union Internationale pour la Protection des Nouvelles Variétés de Plantes (UPOV). Cette organisation cherche à rejoindre une certaine uniformité quant à l'attribution des Droits de l'Améliorateur de Plantes.

## **La législation**

La loi se rapportant aux variétés de semences et de plantes et les réglementations qui en découlent régissent l'industrie de semences. Bien que la loi des semences fut promulguée il y a plusieurs années, ses

réglementations n'ont toujours pas été approuvées par le Ministère de l'Agriculture, principalement parce que les réglementations concernant les Droits de l'Améliorateur de Plantes n'ont pas été acceptées par plusieurs fonctionnaires du gouvernement.

## **La vulgarisation et le crédit aux infrastructures**

Un service efficace de vulgarisation joint à la promotion vigoureuse et à la vulgarisation menée par les différentes sociétés de semences (la société de semences du Kenya en premier lieu) ont contribué à disséminer rapidement les variétés améliorées. Les émissions de radio, les brochures et les journées aux champs patronnées par les stations d'amélioration et par l'Agence de Contrôle de Qualité ont tous contribué à augmenter la production des aliments, conséquence directe de l'emploi des semences de base. La présence d'une infrastructure agricole convenable a beaucoup aidé à fournir les semences aux diverses communautés agricole. La Régie de Finance Agricole avance des crédits saisonniers aux agriculteurs de maïs, de blé et de pomme de terre à conditions qu'ils cultivent des semences certifiées.

## **Le développement du programme de multiplication des semences en Syrie**

---

**Nassan Mohammed**  
*Ministère de l'Agriculture,  
Damas, Syrie*

### **Introduction**

Dans tous les pays et les climats du monde, la quantité et la qualité de la récolte ne sont pas uniquement déterminées par la fertilité du sol, la mise d'engrais, les pratiques culturales et l'utilisation des produits phytosanitaires appropriés. En effet, d'autres facteurs tels que le choix rigoureux des variétés, l'emploi de semences ayant une bonne faculté germinative et exemptes de maladies sont aussi importantes.

Il n'est possible de transmettre les résultats de la recherche aux agriculteurs qu'en multipliant les semences sélectionnées. En effet, la production des cultures est supposée augmenter lorsque les variétés dont la performance est supérieure à celle des variétés déjà existantes sont sélectionnées et mises à la disposition des agriculteurs.

### **L'organisation du Programme de Multiplication des Semences en Syrie**

La Syrie dispose d'une bonne industrie de semences certifiées dotée de tous les éléments nécessaires pour satisfaire les besoins essentiels du pays en semences de blé et d'orge. Cette industrie est sous la tutelle de quatre organisations:

*1. Le Direction de la Recherche du Ministère de l'Agriculture:* Elle est chargée de l'amélioration des plantes, de la sélection et du lancement des nouvelles variétés et de la production de semences de l'améliorateur pour le compte de l'Organisation Générale pour la Multiplication des Semences.

2. *L'Organisation Générale pour la Multiplication des Semences (GOSM)*: Elle est chargée de la multiplication, du contrôle de la qualité et de l'entreposage des semences. Elle s'occupe de temps en temps de la commercialisation des semences. Etablie en 1975, le GOSM prétend augmenter la production de toutes les cultures: coton, blé, orge, maïs et pomme de terre.

3. *L'Organisation Générale pour les Silos et les Semences de Plantes*: Elle est chargée du conditionnement des semences en coopération avec le GOSM.

4. *La Banque Coopérative Agricole*: Elle avance les crédits et s'occupe de la commercialisation des semences.

Le programme syrien attache une grande importance à la formation du personnel des différents secteurs du programme, y compris les directeurs, les ouvriers et les cultivateurs. La production est un autre aspect important du programme. Elle est réalisée par le biais de contrats conclus avec les producteurs (agriculteurs/cultivateurs de semences, coopératives ou exploitations du gouvernement) situés dans les zones de multiplication désignées chaque année par le GOSM (voir tableau 1 pour la production en Syrie des semences des différentes cultures).

Tableau 1. Production des semences en Syrie, 1976-83 en tonnes (1000 kg).

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Coton	22491	23412	23159	24350	23983	23576	24970	27900
Blé	1485	3846	22379	51746	24153	23580	38250	53238
Pomme de terre	2018	4736	6801	6014	8548	9903	10020	12372
Maïs	243	213	143	180	175	128	114	101
Orge	-	-	-	-	55	739	1078	1260
Févérole	-	-	-	-	14	17	26	78

Comme le présente le tableau 2, l'Institut National de Recherches Agricoles en Syrie a fourni en 1983, les semences noyaux d'un grand nombre de variétés de cultures différentes. Les autres centres de recherches comme l'ICARDA et le Centre Arabe pour les Etudes dans les Zones Arides et les Terrains Secs (ACSAD) ont récemment soumis au GOSM les semences noyaux de blé (y compris les variétés Sham 1 et Sham 2) et d'orge.

La Syrie a adopté la terminologie suivante pour désigner les étapes de multiplication des céréales: semences noyaux, de fondation, enregistrees, certifiées et améliorées.

Plusieurs inspections sont effectuées par le personnel régional du GOSM et le service d'inspection du Ministère de l'Agriculture. Les représentants de l'Institut National de la Recherche Agricole contribuent aux travaux d'inspection sur champ des semences de fondation (voir le tableau 3 pour les normes d'inspection sur champ).

Avant que la récolte ne soit vendue, le laboratoire d'essais de semences entreprend des analyses supplémentaires de pureté variétale, de pureté spécifique, de germination et de l'état phytosanitaire des semences.

Les semences sont alors conditionnées, étape extrêmement importante pour la qualité des semences. Elle nécessite un soin particulier, surtout si la station de conditionnement manipule plus d'une variété.

---

Tableau 2. Les semences noyaux fournies par l'Institut National de Recherches Agricoles en Syrie, 1983.

---

Culture	Variété
Coton	Alep 40, Alep 33, Tashkend
Blé dur	Jazira 17, Jouri 69, Bohouth 1, Sham 1, Haurani, Sinator Capelli.
Blé froment	Mexipak, Siete Cerros, Florence Aurore, Sham 2.
Orge	Arab White, Arab Black, Badia.
Maïs	Ghouta 82, Synthetic 551.
Pomme de terre	Arran Banner, Aran Consul, Sponta, Draga, Radoza, Nicola, Tarban Volcano, Lotina, Ilona.

---

Le conditionnement est effectué dans 11 centres appartenant à l'Organisation Générale des Silos et des Semences de Plantes, situés dans les diverses zones de multiplication. Chaque station est capable de manipuler jusqu'à 10.000 tonnes/saison. Les semences ainsi traitées sont emballées dans des sacs de 50 kg en polyéthylène dont l'étiquette porte les informations suivantes:

1. Nature des semences et de la variété.
2. Classe de multiplication.
3. Nom de la personne en charge au moment de la récolte.
4. Numéro initial d'identification de l'exploitation et du village.
5. Date de mise en sac.
6. Les traitements que les semences ont subies.

7. République Arabe Syrienne, Ministère de l'Agriculture, GOSM.

8. Nom de la station de conditionnement.

Il est plus onéreux de cultiver les plantes pour obtenir leurs semences que de les cultiver pour leurs grains. Le GOSM sollicite le cultivateur en lui remboursant les frais de transport des semences des zones de production à la station de conditionnement. En plus, le GOSM offre un supplément aux prix des grains égal à 20-25 % du prix.

Pour encourager la culture de semences certifiées, le Conseil Supérieur pour l'Agriculture fixe le prix d'achat de ces semences au dessous des coûts effectivement en cours (par exemple, les prix d'achat de 1983 étaient fixés à 70 % du coût effectif).

En Syrie, les semences sont distribuées par l'entremise des 53 branches de la Banque Agricole ou des bureaux appartenant aux huit branches du GOSM. Les bureaux des différentes branches de la Banque Agricole servent d'agences de commande et de livraison. La banque reçoit du GOSM en échange de ce service un courtage de 2 % sur le prix de vente. En 1983, 14.948 tonnes de semences ont été distribuées.

Tableau 3. Normes d'inspection sur champ (le nombre maximum de plantes ou d'épis permis lors de l'inspection finale).

Description	Génération de Semences			
	Noyau	Fondation	Enregistrées	Certifiées
Hors type (plantes ou épis)	1:9000	2:6000	4:6000	6:6000
Autres cultures difficiles à éliminer par nettoyage	1:9000	2:6000	4:6000	6:6000
Autres plantes nuisibles (mauvaies herbes, avoine, etc)	0	1:6000	1:6000	2:6000
Plantes contaminées par les maladies portées par les semences	3:9000	3:6000	6:6000	6:6000

## **Anatomie, développement et composition des semences \***

---

**Kevin Boyce**

*Département d'Agronomie,  
Australie du Sud, 5001, Australie*

### **Introduction**

Aliment de base partout dans le monde, les graines ont toujours nourri plus de personne que n'importe quel autre type d'aliment. L'endosperme et les cotylédons des graines, du fait de leurs riches réserves en nourriture permettant à l'embryon et à la plantule de se développer, sont extrêmement nutritifs et faciles à stocker. Les céréales riches en glucides et les légumineuses riches en protéines, utilisées directement pour la consommation humaine sont d'une extrême importance. Les autres graines fournissent les fibres, les épices, les boissons, l'huile, les drogues, les plantes à fleurs et autres objets esthétiques.

La graine est un organisme unique, souvent pourvu de sa propre méthode de dispersion. Elle contient en elle une plante à l'état embryonnaire, lien entre les générations, capable de se développer dans des conditions spécifiques.

Une bonne compréhension de la composition et du comportement des graines ou semences est essentielle à la recherche agricole.

### **La formation des semences**

Les figures 1 à 4 illustrent la structure et le développement de la fleur et de la semence. Les semences des angiospermes prennent naissance dans le tissu méristématique de la paroi ovarienne. Une cellule du tissu se divise deux fois pour former ultérieurement quatre mégaspores haploïdes (1n). Normalement, une seule des cellules mégaspores est fonctionnelle tandis que les trois autres dégèrent.

---

\* Tiré du document "Une Introduction à la Science et Technologie des Semences." Manuel Technique No. 10, ICARDA, Alep, Syrie.

Cette cellule mégaspore s'élargit pour former le sac embryonnaire alors que le noyau se divise trois fois pour donner huit noyaux haploïdes ( $1n$ ). Des membranes cellulaires se forment autour des noyaux donnant ainsi trois cellules excentrées à l'une des extrémités, deux noyaux polaires ou noyaux secondaires (non entourés de membrane cellulaire) près du centre et l'appareil ovaire à l'autre extrémité. Les deux noyaux polaires fusionnent pour donner un noyau diploïde ( $2n$ ).

L'ovule ou les ovules autour du sac embryonnaire se développent à partir des collets ou intégruments en croissance (primine et secondine) qui fusionnent plus tard pour donner le testa (tégument) de l'ovule mûr. L'ovule en développement est attaché au placenta de l'ovaire par le funicule qui formera le hile lorsque la semence mûre se détache.

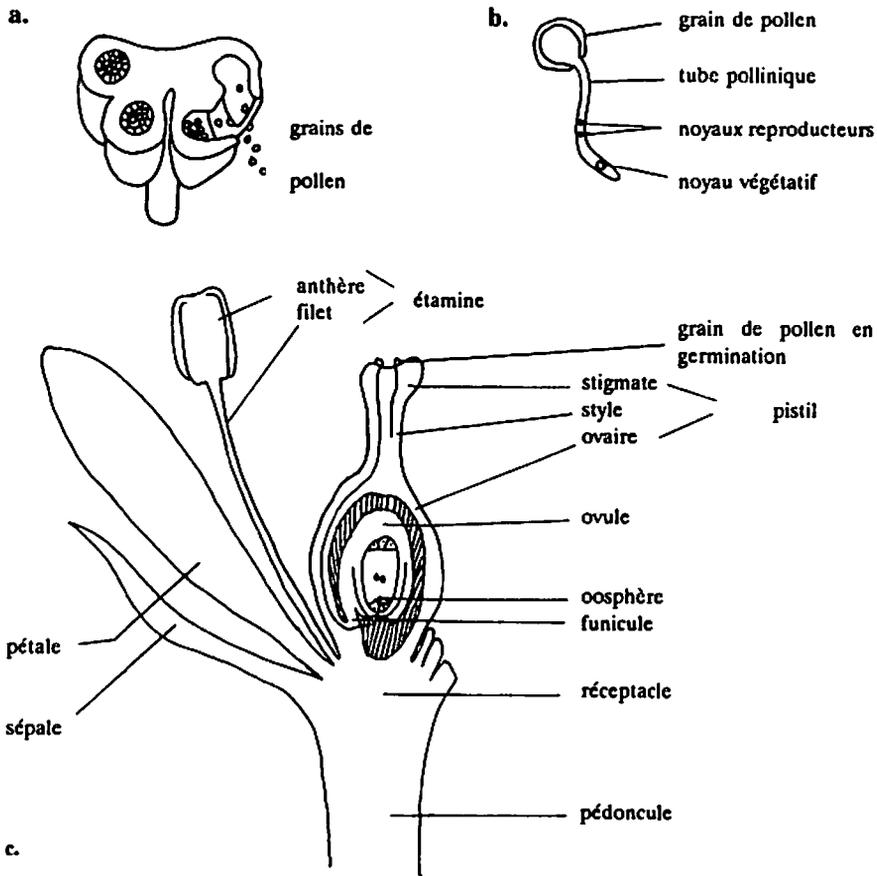


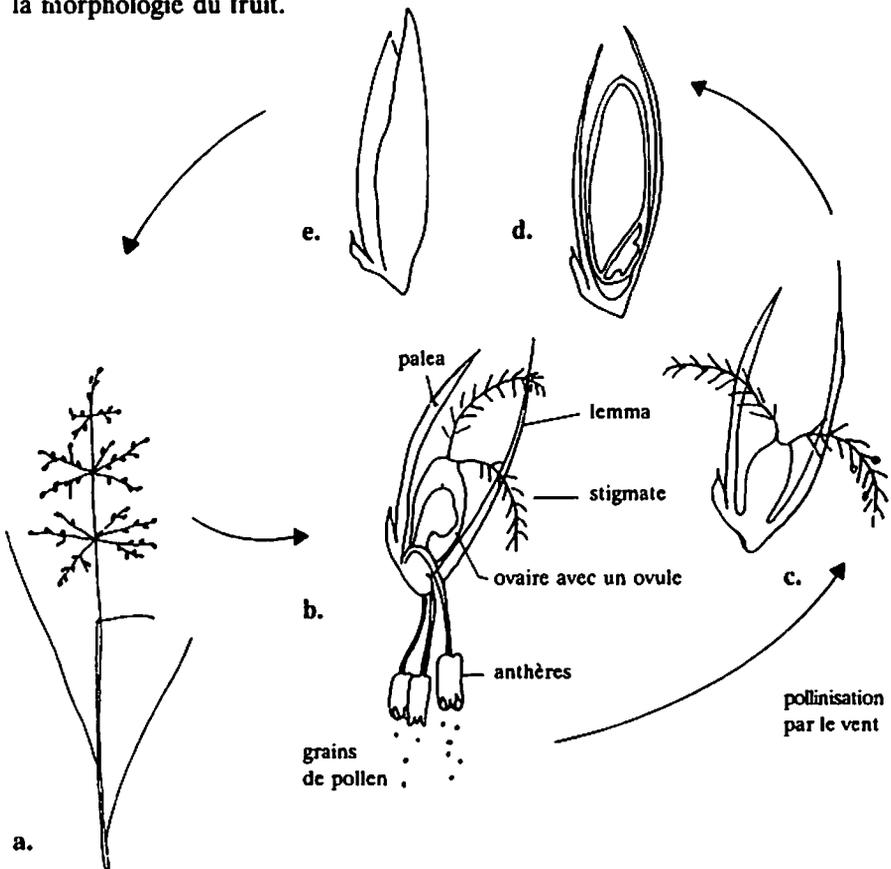
Fig.1 : Structure d'une fleur de dicotylédonées. a: détail d'un anthère (coupe transversale); b: grain de pollen en germination; c: coupe longitudinale d'une fleur de dicotylédonées, avec un ovaire contenant un seul ovule (représentation schématique).

Le micropyle est le point de rencontre des intéguments, alors que du côté opposé au micropyle se trouve la région d'origine et d'attache des intéguments appelée chalaze.

Durant la période de développement de la fleur, des microspores de pollen haploïdes ( $1n$ ) sont produits dans la microsporange de l'anthère. Les microspores sont relâchés lorsqu'ils sont mûrs pour féconder l'ovule développé.

Lorsque le pollen atterit sur le stigmate de l'ovaire, il germe. Le tube pollinique qui s'est formé progresse le long du style et traverse le micropyle pour atteindre le sac embryonnaire. Une double fécondation se produit alors.

La paroi de l'ovaire ou péricarpe des fruits des angiospermes est composée de trois couches plus ou moins distinctes: l'exocarpe (couche externe), le mésocarpe (couche intermédiaire) et l'endocarpe (couche interne). Le développement de chacune d'entre elles détermine souvent la structure et la morphologie du fruit.



**Fig.2 :** Cycle biologique d'une herbe. a: plante en fleur; b: fleur sessile (herbe en fleur) en section longitudinale, montrant l'ovaire avec un ovule, deux stigmates couverts de papilles, et les trois anthères; c: fleur sessile avec des grains de pollen emprisonnés dans un stigmate; d: section longitudinale d'une fleur sessile avec un caryopse mûr; e: vue externe d'une fleur sessile ou "graine d'herbe".

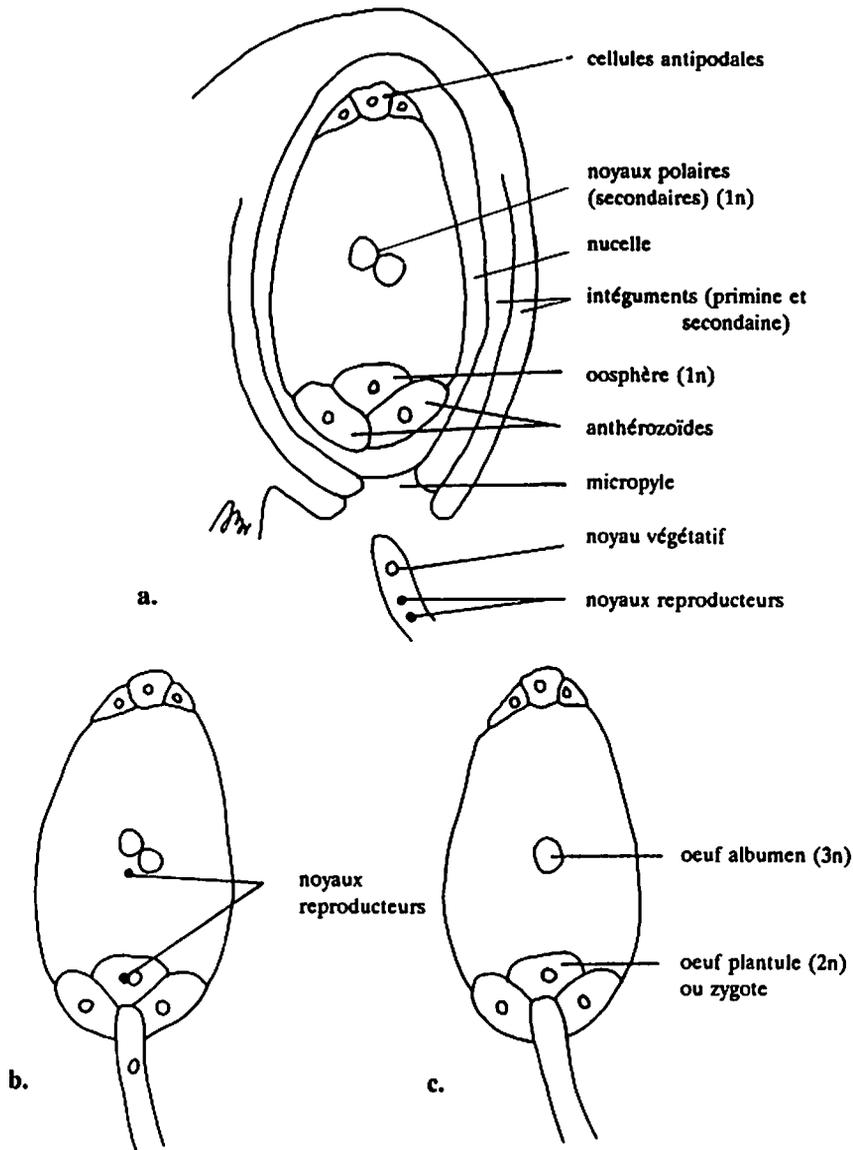
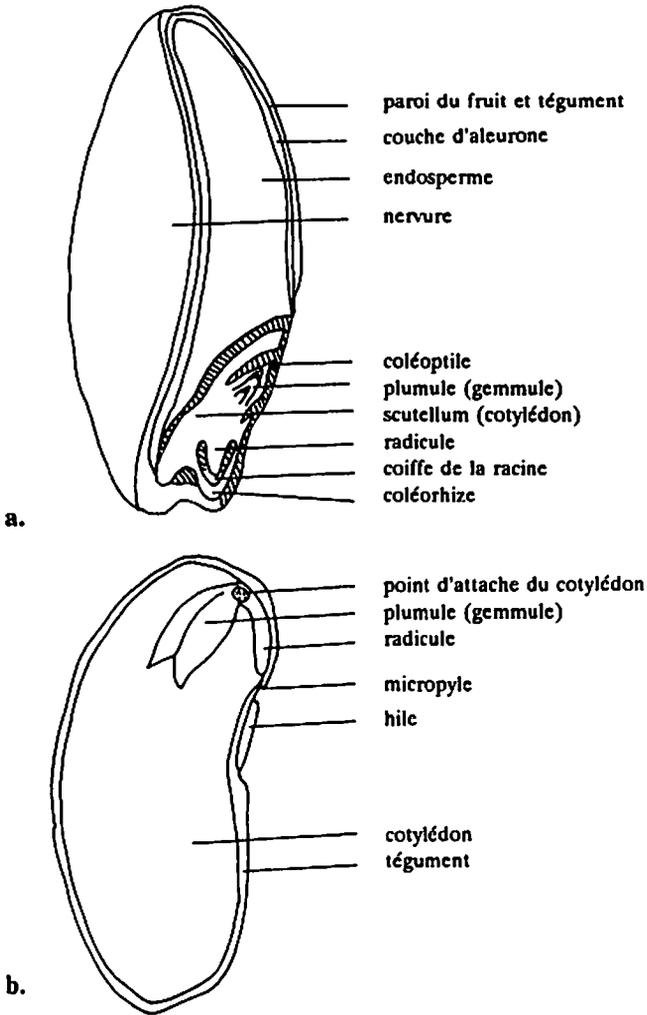


Fig.3 : Le processus de double fécondation: l'oosphère et les noyaux polaires sont fécondés.

Une vraie semence est un ovule mûr fécondé qui contient une plantule à l'état embryonnaire, des substances nutritives en réserve et une ou plusieurs enveloppes protectrices ou tégument. L'embryon est formé d'un ou de plusieurs cotylédons, d'une plumule ou gemmule (bourgeon embryonnaire) d'un hypocotyle (tigelle) et d'une racicule (racine rudimentaire).



**Fig.4 : Graines de monocotylédonées et de dicotylédonées; a:caryopse du blé (*triticum aestivum*); b: graine d'haricot commun (*Phaseolus vulgaris*).**

Le grain de blé est un caryopse dans lequel le cotylédon unique modifié pour former le scutellum absorbe les substances nutritives de l'endosperme.

Parmi les différents types de fruits que l'on trouve chez les légumineuses, la graine d'haricot présente une structure complexe, caractéristique de la famille des légumineuses. Les caractéristiques structurales externes que l'on trouve chez la plupart des espèces de cette famille comprennent:

**Le hile:** vestige du point d'attache de la graine à la gousse. Sa couleur, sa taille et sa position peuvent varier.

*Le micropyle:* pore minuscule à l'extrémité de la radicule du hile, il semble n'avoir aucune valeur diagnostique apparente.

*Le strophiole:* point de faiblesse du tégument situé à l'autre extrémité du hile, associé à l'altération de la perméabilité chez certaines légumineuses fourragères telles que le trèfle souterrain.

*La raphe:* chez certaines espèces, elle apparaît comme une crête élevée entre le strophiole et la chalaze, sa fonction n'est pas connue.

*La chalaze:* apparaît comme une petite zone de couleur sombre localisée à la surface de nombreuses semences de légumineuses, près de l'extrémité supérieure des cotylédons. Elle peut servir de caractéristique très importante pour la diagnostique de certaines semences, les vesces par exemple.

Les innombrables variations externes de la dimension des semences, de leur forme, de leur couleur et de la nature de leur surface peuvent être considérées comme des caractéristiques fonctionnelles et diagnostiques importantes permettant de les différencier les unes des autres. Le poids des semences peut varier de 10 kg environ (la double semence de noix de coco) jusqu'à 0,08 mg (semence du tabac), les formes les plus communes étant les ellipsoïdes, les globulaires, les lenticulaires, les oblongues, les ovoïdes, les réniformes et les sectoroïdes. La surface des semences varie de la très polie à la très rugueuse. Elle peut présenter des appendices attachés tels que les ailes, les épines et les poils. La couleur des semences varie également. Elle peuvent être noires, rouges, vertes, jaunes ou blanches, cependant les couleurs brun et noir sont les plus communes.

## **Le développement des semences**

Le zygote (oeuf plantule) commence à se diviser pour former finalement l'embryon de la semence. Bien que les embryons mûrs des monocotylédonées (herbes) et des dicotylédonées (légumineuses) semblent considérablement différents, leur mode de division est sensiblement le même. Néanmoins, l'endosperme ainsi que d'autres tissus se développent de manières différentes, ce qui conduit à des différences structurales dans la semence mûre.

L'endosperme des monocotylédonées atteint habituellement son maximum de développement lorsqu'il a atteint sa maturité physiologique, tout en continuant de constituer la partie principale de la semence. Chez les dicotylédonées, l'endosperme pourrait ne pas se développer comme il pourrait être utilisé par l'embryon en développement. De même, il pourrait ne pas faire partie de la semence mûre ou alors en constituer une très petite.

Les couches externes de l'endosperme portent le nom de couches d'aleurone. Cette couche fonctionne en tant que tissu de réserve contenant les

granules de protéines et secrétant les enzymes hydrolytiques qui interviennent, une fois activés pendant la germination, dans la dégradation des tissus de réserve.

## **La croissance des semences**

Suite à la fusion sexuelle, le poids de la semence en développement commence à augmenter à cause de l'absorption des substances nutritives et de l'eau, associée à une accélération de la division et de l'élongation cellulaire.

La croissance des semences de blé et de pois, représentant respectivement les semences de mono et de dicotylédonées, illustrent très bien ces changements. Le poids maximum à sec est obtenu 40 jours environ après la floraison. Au départ, les quantités de saccharose et de sucres réducteurs sont élevées à la fois dans l'endosperme et dans le testa-péricarpe. Ils baissent de façon substantielle au fur et à mesure qu'ils se transforment en amidon. Pour les substances azotées, on note une augmentation progressive de l'accumulation des protéines dans l'endosperme en fonction du temps tandis que cette augmentation reste limitée dans le testa-péricarpe. L'activité métabolique générale de la semence est reflétée par la grande réduction en fonction du temps de la quantité d'ARN et d'ADN présente dans l'endosperme par rapport à celle existant dans le testa-péricarpe.

## **La composition chimique des semences**

Il est essentiel de connaître la composition chimique des semences du fait qu'elles constituent une source d'aliments de base pour l'homme et les animaux. Elles représentent par ailleurs une source de produits chimiques utiles aussi bien à l'industrie qu'à la production de médicaments, de drogues, et de divers antimétabolites qui influencent l'état de santé et de nutrition de l'homme. En plus, les semences contiennent des réserves en substances nutritives et en substances de croissance qui influencent leur faculté de germination, la vigueur des plantules ainsi que la durée d'entreposage et la longévité des semences.

La plupart de nos connaissances quant à la composition chimique des semences, concernent les espèces cultivées qui fournissent les aliments et les matières premières nécessaires à l'industrie. Très peu d'informations existent quant à la composition chimique des semences des espèces sauvages.

Les semences sont constituées principalement d'eau, de protéines, de lipides, de fibres et de glucides. Le tableau 1 présente la composition chimique générale d'un nombre de semences. Celles qui sont importantes du point de vue agricole peuvent être classées en trois catégories: les semences riches en glucides, c'est le cas de toutes les herbes; les semences riches en protéines comme les légumineuses et les semences riches en huile. Certaines semences,

comme le soja et l'arachide contiennent des quantités relativement élevées de protéines et de lipides.

Nombreuses autres substances chimiques sont présentes dans les semences mûres bien qu'en très faibles quantités. C'est le cas des larges gammes d'enzymes métaboliques, de tannins, d'alcaloïdes, de régulateurs de croissance et de vitamines. Tous ces composés sont importants pour déterminer l'utilité finale à tirer d'une espèce donnée de semences.

Tableau 1. Composition chimique générale des semences (en % du poids).

Espèces	Teneur en eau	protéines	lipides	fibres	glucides	Substances minérales
<b><u>Riches en Glucides</u></b>						
Mais(dent No.1)	13,0	8,9	4,0	2,0	70,8	1,3
Millet japonais	10,2	10,6	4,9	14,6	54,7	5,0
Avoine	9,8	12,0	4,6	11,0	58,0	4,0
Riz (brun)	12,2	9,1	2,0	1,1	74,5	1,1
Seigle	10,5	12,6	1,7	2,4	10,9	1,9
Sorgho (grain)	10,4	10,8	2,8	2,3	71,7	2,0
Blé (moyenne de tous les types)	10,5	13,2	1,9	2,6	69,9	1,9
<b><u>Riches en protéines</u></b>						
Luzerne	11,7	33,2	10,6	8,1	32,0	4,4
Haricots (févérole)	10,0	22,9	1,4	4,2	57,3	4,2
Trèfle (rouge)	12,5	32,6	7,8	9,2	31,2	6,7
Pois du brésil	11,0	23,4	1,3	3,9	56,8	3,6
Lupin (doux, jaune)	11,1	39,8	4,9	14,0	25,7	4,5
Pois (des champs)	9,3	23,4	1,2	6,1	57,0	3,0
Soja	10,1	37,9	18,0	5,0	24,5	4,6
Vescés	9,3	29,6	0,8	5,7	51,5	3,1
<b><u>Riches en huile</u></b>						
Grain de coton	7,3	23,1	22,9	16,9	26,3	3,5
Grain de lin	6,2	24,0	35,9	6,3	24,0	3,6
Moutarde (jaune)	4,1	23,0	38,8	5,0	23,6	5,5
Arachide	5,4	30,4	47,7	2,5	11,7	2,3
Grain de colza	9,5	20,4	43,6	6,6	15,7	4,2
Carthame	6,9	16,3	29,8	26,6	17,5	2,9
Sésame	8,0	22,3	42,9	10,3	10,9	5,6
Tourmesol	6,4	16,8	25,9	29,0	18,8	3,1

## **Bibliographie**

- Delorit, R.J. 1970. Illustrated taxonomy manual of weed seeds. Agronomy Publications, Wisconsin State University , River Falls, Wisconsin, USA.**
- Esau, K. 1965. Plant anatomy. John Wiley & Sons, London.**
- Vaughan, J.G. 1970. The structure and utilization of oilseeds. Chapman and Hall, London.**
- Wilkins, M.B. 1969. The physiology of plant growth and development. McGraw-Hill, London.**

## Les régions appropriées à la production des semences

---

**P.K. Agrawal**

*Division de la Science et Technologie des semences,  
Institut Indien de Recherches Agricoles,  
New Delhi, 110012, Inde*

Les semences devraient être multipliées dans les régions où les conditions climatiques sont favorables à l'expression complète des caractères des cultivars, à l'obtention d'un rendement maximum et de bonnes conditions de récolte. Les semences destinées au marché devraient être produites dans des endroits relativement secs et frais.

Le passage de la plante de la phase végétative à la phase de reproduction est influencé principalement par l'intensité et la durée de l'illumination ainsi que par la température. Quand la plante atteint cette deuxième phase, la croissance végétative se ralentit jusqu'à même s'arrêter. C'est une considération physiologique importante à prendre en compte lors de la production de semences puisqu'une variété nécessitant une longue période d'illumination (photoperiode) pourrait ne jamais former d'épis si elle est plantée dans une région à jours courts.

Lors de la sélection des zones appropriées à la production de semences, les facteurs suivants sont pris en considération:

### La lumière

Les plantes sont classées en trois catégories : les plantes à jours courts (PJC), les plantes à jours longs (P JL) et les plantes indifférentes. Si les PJC et les P JL ne sont pas cultivées dans des conditions favorables, elles demeurent sous forme végétative et ne fleurissent pas. Les plantes cultivées dans les régions tempérées tendent à fleurir pendant les périodes de jours longs tandis que celles cultivées dans les régions tropicales préfèrent les jours courts. Les besoins en illumination caractérisent les diverses espèces, néanmoins, chez une même espèce, plusieurs cultivars adaptés à des longueurs de jour différentes ont été créés. La culture du blé s'est répandue à travers le monde grâce à la création des cultivars adaptés aux différentes longueurs de jour.

En influençant la photosynthèse, l'intensité de la lumière influence également la production de semences, la feuille et l'épi du blé étant responsables du rendement en grain. En plus, l'intensité de la lumière influence la pollinisation ainsi que le séchage et la maturité des semences.

## **La température**

La température influence non seulement le passage de la phase végétative à la phase de reproduction mais aussi la germination des semences et la croissance et le développement des cultures. Aux États-Unis par exemple, pendant la période de germination des semences de coton, la température du sol diminue notamment, ce qui abaisse le taux de levée des semences. C'est le même principe du test de germination au froid du coton. Chez le blé, certaines variétés nécessitant des températures basses sont semées au début de l'hiver afin de satisfaire à ce besoin durant les premiers stades de leur croissance. L'épiaison par contre, nécessite des températures relativement élevées. Si des cultivars pareils sont semés suite à la période froide, la plante reste au stade végétatif et l'épiaison n'advient pas. Il existe cependant des cultivars indifférents aux températures basses et qui peuvent être semés pendant les journées chaudes du printemps.

Par ailleurs, la température influence plusieurs autres processus biologiques. Des températures élevées aux moments appropriés favorisent énormément la pollinisation ainsi que la mise et la maturité des semences. On a trouvé par exemple que des températures de 18-19°C pour une période de 4 à 5 semaines étaient favorables à la maturité du blé cultivé dans le but de produire des semences. Cependant, des températures excessivement élevées pourraient inhiber le développement des ovules et des fruits et entraîner la perte des bourgeons ou des jeunes fruits. C'est le cas des légumineuses.

## **La pluie**

La pluie est importante à la croissance des cultures puisqu'elle influence leur approvisionnement en eau et en humidité. La floraison, la pollinisation et la mise des semences nécessitent une humidité modérée tandis que la maturation des semences nécessite des taux d'humidité assez bas. Une humidité élevée favorise la production de semences malades tandis que les climats secs favorisent la production de semences saines.

Les pluies abondantes augmentent les incidences de maladies, rendent la récolte extrêmement difficile et interviennent dans la pollinisation. Elles peuvent retarder la maturité et causer aussi bien une germination précoce qu'un égrenage des semences.

## **Le vent**

Les vents forts ne sont pas favorables à la production de semences. La verse, l'égrenage et la perte de semences qu'ils occasionnent endommagent les cultures. Quant à la direction des vents, elle influence la pollinisation des cultures.

## **Les caractéristiques du sol et des parcelles**

Le sol doit être bien drainé, fertile, ni acide et ni basique. Dans les régions où les maladies peuvent être répandues dans le sol ou transmises par les semences, le sol doit être maintenu exempt de pathogènes. La maladie provoquant le dépérissement de plusieurs légumineuses alimentaires (le pois chiche par exemple) causé par le *Fusarium*, s'établit dans le sol par le biais de semences contaminées. Elle se répand davantage à partir du sol.

Le sol doit pouvoir fournir de façon suffisante les éléments minéraux dont quelques uns influencent la qualité des semences. Les sols sont d'habitude déficients en microéléments probablement importants pour une culture donnée. Un manque en bore par exemple, entraîne un problème de "coeur vide" des semences de pois. Il faudrait donc prendre soin de sélectionner des terrains non déficients en minéraux lorsqu'il s'agit de produire des semences.

Le sol doit être également exempt de semences de mauvaises herbes. Il est beaucoup plus facile de produire des semences dans des sols pareils que de lutter plus tard contre les mauvaises herbes. Les parcelles à planter devraient être choisies compte tenu de plusieurs facteurs. La texture et la fertilité du sol de chaque parcelle devraient satisfaire aux besoins des cultures. La parcelle devrait être exempte de plantes accidentelles, de mauvaises herbes ou de graines de mauvaises herbes, de plantes d'autres cultures, de maladies transmises par le sol et de ravageurs. Les distances d'isolement doivent être respectées et les parcelles bien nivelées.

## La certification des semences

---

**P.K. Agrawal**

*Division de la Science et Technologie des Semences,  
Institut Indien de Recherches Agricoles,  
New Delhi, 110012, Inde*

### Introduction

La nature des contraintes auxquelles la production de semences est soumise diffère de celles des autres cultures. Un programme de semences réussi est capable de fournir à un prix raisonnable, au moment et à l'endroit opportuns, une quantité suffisante de semences de qualité supérieure. Les sociétés renommées ont établi des systèmes d'évaluation spécialement conçus pour assurer la bonne qualité des semences vendues. En effet, la faculté et la vigueur de germination de ces semences sont supérieures. Elles sont assez pures du point de vue génétique et physique et exemptes de maladies portées par les semences ou de dégâts occasionnés par les ravageurs.

Les bonnes semences sont le résultat d'une production contrôlée. Les procédés de multiplication et de conditionnement des semences doivent éviter ou du moins minimiser tout risque de contamination par voie mécanique ou génétique. En plus, il faudrait déterminer les normes minimales de pureté au champ et les exigences des semences. Chaque lot doit être alors contrôlé au moment approprié par rapport à ces normes.

Il est nécessaire de certifier les semences pour assurer que ce contrôle soit effectué. Ce processus non seulement garantit, maintient et fournit des semences de bonne qualité mais aussi du matériel de multiplication issu de variétés supérieures en vue notamment d'assurer les normes requises d'identité génétique, de pureté physique et d'autres attributs de qualité. La certification comprend cinq étapes:

1. La vérification des conditions du terrain.
2. La vérification de la source des semences.
3. L'inspection sur champ des cultures destinées à la production de semences.
4. L'inspection et l'analyse de chaque lot et de chaque échantillon de semences durant le conditionnement et la mise en sac.
5. L'étiquetage pour l'identification des semences et le scellage.

## **Les inspections**

Les plantes cultivées sont inspectées sur champ tandis que d'autres inspections et analyses d'échantillons représentatifs prélevés à partir des lots de semences, suivent au laboratoire. Ces lots proviennent des cultures inspectées et agréées sur champ pour leur conformité aux normes prescrites.

Les inspections sur champ ont pour objectif de confirmer si les semences des plantes cultivées pour cette fin sont celles de la variété désignée et qu'elles n'ont pas été génétiquement et/ou physiquement contaminées au delà des limites spécifiées.

L'objectif de l'inspection sur champ est satisfait en vérifiant si les plantes sont:

1. Cultivées dans un champ conforme aux conditions prescrites de terrain.
2. Cultivées à partir de semences provenant d'une source agréée.
3. Cultivées tout en respectant les distances d'isolement et/ou le nombre de rangées de bordures prescrites pour la production des semences hybrides.
4. Plantées suivant les taux prescrits de parents femelles (semences) et de parents mâles (pollinisateurs) dans le cas des semences hybrides.
5. Correctement épurées des facteurs contaminants tels que les plantes/épis, les herbes nuisibles et les plantes d'autres cultures, conformément aux normes relatifs à ces facteurs.
6. Représentent authentiquement les caractéristiques descriptives de la variété en question.
7. Récoltées correctement de façon à éviter tout mélange mécanique.
8. Cultivées en accord avec les autres exigences particulières à la culture en question.

Les observations au champ sont alors comparées à une série de normes de certification spécifiques à chaque culture. Ces normes précisent les conditions requises pour chaque culture en fonction des cultures précédemment cultivées sur le même champ, des distances d'isolement, de la pureté variétale, des autres plantes cultivées, des herbes nuisibles et de l'absence de certaines maladies désignées. Ils précisent également les normes de qualité physique des lots de semences se rapportant aux semences pures, aux matières inertes, aux semences d'autres espèces cultivées, aux graines de mauvaises herbes et aux graines d'herbes nuisibles ainsi que les normes de germination et de la teneur en eau.

L'autorité d'une agence donnée quant à l'inspection d'une culture dépend en principe de l'objectif prévu, celui de vouloir certifier les semences ou d'assurer uniquement la production de semences non certifiées mais de qualité supérieure. Quant à la certification officielle, seule l'agence déclarée officielle dans une région donnée possède l'autorité d'entreprendre l'inspection. Si l'inspection a pour seul but d'assurer la qualité supérieure des semences non-

certifiées, toute agence qualifiée telle que l'agence de production de semences ou l'agence convenue pourrait effectuer l'inspection.

## **Eligibilité des variétés des espèces cultivées à la certification par inspection**

Outre le fait d'être des semences de type et de variétés inscrits dans une région donnée, les semences de fondation devraient être cultivées à partir des semences de l'améliorateur provenant d'une source reconnue par l'agence de certification ou bien de semences de fondation faciles à retracer aux semences de l'améliorateur. Une culture certifiée devrait être cultivée à partir de semences de fondation provenant d'une source agréée et reconnue par l'agence de certification ou bien de semences certifiées si l'agence de certification l'approuve, à condition toutefois que l'identité et la pureté génétique ne soient pas altérées d'une manière importante. Ces classes doivent être conformes aux descriptions suivantes:

*Les semences de l'améliorateur:* Ce sont des semences ou du matériel végétatif de multiplication, contrôlés directement par l'améliorateur d'origine ou celui patronnant le programme ou l'institut d'amélioration. La production de semences de l'améliorateur est personnellement dirigée par un améliorateur compétent. Ces semences constituent la source de toute multiplication initiale et périodique des semences de fondation.

*Les semences de fondation:* Ce sont les lignées de semences de l'améliorateur ou de semences de fondation facilement retraçables aux semences de l'améliorateur. La production de semences, dirigée et agréée par l'agence de certification devrait être manipulée de façon à maintenir une identité et une pureté génétique spécifique tout en restant conforme aux normes de certification particulières à la culture.

*Les semences certifiées:* Ce sont les lignées de semences de fondation. La production de ces semences devrait être manipulée de façon à maintenir l'identité et la pureté génétique spécifique qui répondent aux normes particulières de la culture en cours de certification.

Les semences certifiées pourraient être reproduites également à partir des lignées de semences certifiées, à condition toutefois que cette reproduction soit limitée à deux générations au delà des semences de fondation, l'agence de certification ayant déterminé si l'identité et la pureté génétique ne seront pas altérées de façon importante. Néanmoins, pour les cultures autopolinisées, il est permis de certifier une génération supplémentaire. Les semences certifiées reproduites à partir de semences certifiées ne seront pas éligibles à d'autres multiplications dans le cadre

de la certification, à l'exception des cultures hautement autopolinisées pour lesquelles il est permis de certifier une génération supplémentaire. Les emblèmes de certification de ces semences seront marqués "non éligibles à une multiplication supplémentaire dans le cadre de la certification". Cependant il est possible d'omettre cette condition si l'identité et la pureté génétique sont maintenues.

## **Époque de l'inspection**

Il n'est ni nécessaire ni possible de vérifier sur champ et durant une seule inspection tous les facteurs qui influencent la qualité des semences. En effet, tous les facteurs ne peuvent apparaître au même moment ou influencer tous la qualité des semences à un stade particulier de leur croissance. Par conséquent, il est nécessaire d'entreprendre pour la plupart des cultures, plusieurs inspections programmées pour couvrir toutes les étapes importantes de la croissance des semences. Le nombre d'inspections et les étapes de croissance auxquelles elles devraient être conduites varient d'une culture à une autre en fonction de la durée de vie de la culture, de la nature de la pollinisation, de la sensibilité à la contamination, des étapes de croissance les plus susceptibles aux maladies, de la nature des facteurs contaminants et d'autres variables. Il convient de classer les étapes de croissance auxquelles les inspections des espèces multipliées sexuellement sont effectuées comme suit:

*L'étape de pré-floraison:* Toute la période antérieure à la floraison est appelée étape de pré-floraison. Pour l'inspection, cette étape comprend les stades: plantule, croissance végétative, initiation des bourgeons de fleurs ainsi que toutes les étapes de croissance antérieures à l'émergence du panicule ou inflorescence. Pour les graminées, cette étape se prolonge jusqu'à l'émergence de la feuille.

*La floraison:* Durant cette étape, les fleurs ou les épillets de l'inflorescence ou panicule sont ouverts, les stigmates sont réceptifs et les anthères répandent leur pollen.

*L'étape de post floraison:* A ce stade, la réceptivité des stigmates et la dissémination des grains de pollen par les anthères ont pris fin. l'ovule fécondé commence à se développer en semence. Ceci comporte deux étapes: l'étape lactée, quand le contenu de l'ovule fécondé prend la forme d'un fluide blanc laiteux et l'étape solide, quand le contenu de la semence se transforme en substance plus solide, pâteuse, qui cède à la pression.

*L'étape antérieure à la récolte:* Durant cette étape, la semence s'endurcit et s'approche de sa maturité physiologique. Elle est complètement formée mais sa teneur en eau est encore élevée.

**La récolte:** Durant cette étape, la semence a déjà atteint sa maturité physiologique. Elle est suffisamment sèche pour permettre une récolte et un battage sûr et facile ou bien elle est mûre physiologiquement et peut être séchée en vue de garantir un entreposage relativement sûr.

Pour les cultures multipliées végétativement ou reproduites sexuellement comme les pommes de terre, les classifications en étapes de pré-floraison, floraison et post floraison ne seraient pas appropriées. D'autres classifications sont utilisées, par exemple : la germination, la plantule, la tubérisation, le durcissement des tubercules et l'arrachage des fanes/étape de défanage. Pour les cultures à racines ou à bulbes, le gonflement des racines/bulbes précède la pré-floraison. L'arrachage et le repiquage sont effectués après que les racines soient complètement formées. Pour ces cultures, il est nécessaire de procéder à l'inspection lors de l'arrachage et du repiquage.

Pour les plantes à pollinisation croisée, les inspections durant la floraison sont essentielles pour vérifier l'absence de contamination génétique. De même pour les plantes autopolinisées, les inspections durant la floraison aident à identifier les hors types en fonction des caractères des plantes.

## **Les observations notées durant les inspections**

Les facteurs à observer durant les inspections sur champ varient selon les cultures et les étapes de croissance. En général, il faut observer la source de contamination génétique et physique et évaluer son degré d'incidence. La contamination génétique est commune aux espèces à pollinisation croisée.

Les sources de contamination physique comprennent: les semences de variétés étrangères issues de la même espèce ou d'autres espèces cultivées, les herbes nuisibles et les plantes/épaves dont les semences portent des pathogènes transmetteurs de maladies. Les semences des variétés/espèces étrangères pourraient se présenter mélangées aux semences de la culture sans toutefois modifier son génotype. Ce type de contamination est très commun chez les espèces autopolinisées et celles à pollinisation croisée. La répurification génétique étant une opération fastidieuse nécessitant plusieurs générations, la répurification physique est souvent plus facile à entreprendre puisqu'il est possible de séparer et d'éliminer mécaniquement les semences contaminées.

Les sources de contamination peuvent être classées en gros selon les catégories suivantes (pour les espèces autopolinisées).

**Les hors types:** C'est une plante issue de la même espèce que la culture mais qui a toutefois dévié quant à l'expression de ses caractéristiques morphologiques. Bien que la plante désignée comme hors type pourrait ne pas être issue d'une variété étrangère, les plantes issues de telles variétés sont considérées comme des hors types.

*Les plantes d'autres cultures inséparables:* Ce sont des plantes cultivées qui apparaissent dans les champs et dont les semences sont tellement similaires à celles des espèces cultivées qu'il est difficile de les séparer mécaniquement de façon efficace.

*Les plantes d'herbes nuisibles:* Ce sont des espèces d'herbes nuisibles aux plantes cultivées.

*Les maladies:* Les maladies des plantes provoquées par les champignons, les bactéries, les virus ou les nématodes seraient d'autant plus sévères au cas où les éléments nutritifs manquent. La semence est reconnue être totalement ou partiellement responsable de transmettre les pathogènes porteurs de maladies d'une génération à l'autre. Le pathogène est porté à l'intérieur (porté intérieurement) et/ou à l'extérieur (porté extérieurement) de la semence. Bien qu'il existe des moyens efficaces et économiques permettant d'empêcher et/ou de lutter contre les infections portées par les semences et qui provoquent certaines maladies, il n'existe aucun moyen pratique et efficace pour empêcher la transmission des pathogènes porteurs de maladies. Dans des cas pareils, il est possible de prévenir efficacement la transmission du pathogène en s'assurant que les semences probablement contaminées ne soient pas mélangées aux semences saines. Ceci est achevé en éliminant des champs, toutes les plantes dont les semences sont soupçonnées porter des pathogènes.

## **Le dénombrement sur champ des espèces cultivées**

Il est évidemment impossible d'examiner toutes les plantes dans un champ donné. Il faudrait donc effectuer un comptage au hasard, le nombre et les méthodes varient en fonction de la culture en question. Néanmoins, il est possible d'effectuer cinq comptes sur une surface de cinq arpents (2,03 hectares environ) et un compte supplémentaire pour chaque cinq arpents en plus. Ceci est applicable à toutes les cultures.

### *Les procédés:*

Le procédé de comptage des espèces semées en rangées denses telles que le blé, le soja et le riz est le suivant:

1. Rentrer dans le champ de semences de n'importe quel côté, à un lieu choisi au hasard. Déterminer la moyenne du nombre d'épis/de plantes par pas. Répéter ce processus dans cinq endroits choisis au hasard et calculer la moyenne du nombre d'épis par pas.

2. Déterminer le nombre de pas nécessaires pour inclure assez de plantes/d'épis (par exemple, 1000 épis pour le blé et l'orge ou 500 plantes pour le pois chiche).
3. Marcher à travers le champ en suivant un des plans représentés dans la Fig. 1, de façon à avoir toutes les parties du champ représentées dans ce compte.
4. Choisir au hasard n'importe quelle rangée et à partir de n'importe quel point effectuer assez de pas consécutifs pour inclure un nombre suffisant de plantes ou d'épis (par exemple 1000 épis de blé) ou bien effectuer 10 pas consécutifs dans cette rangée.
5. Compter le nombre d'épis/plantes hors types présents dans l'espace des pas, le nombre de plantes d'autres espèces cultivées inséparables, d'herbes nuisibles et d'épis ou de plantes contaminées par la maladie designée.
6. Traverser le nombre de rangées déterminé précédemment et répéter le processus autant de fois qu'il est nécessaire, de façon à inclure le nombre requis de plantules et d'épis. Ceci complète le compte.
7. Répéter le processus entier jusqu'à compléter le nombre de comptes qui convient à la dimension du champ.

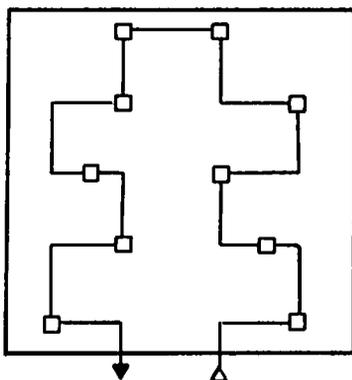
Il est important que le champ de semences réponde aux conditions d'isolement et qu'il soit conforme aux autres normes minimales correspondant aux champs. Si le champ ne répond pas à ces normes lors de la première inspection, une seconde serait effectuée.

#### *La présentation des résultats:*

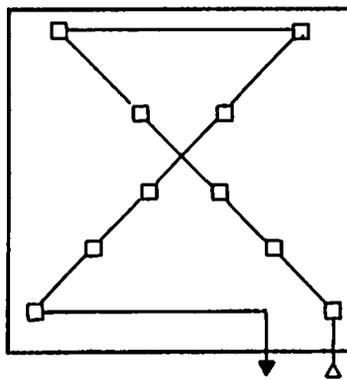
Les résultats des inspections sur champ doivent être classés (voir l'Appendice) dans les dossiers de l'agence de certification jusqu'à ce que la culture soit récoltée, conditionnée, échantillonnée, analysée au laboratoire et qu'elle ait satisfaite toutes les exigences de qualité (normes de semences) requises pour la certification. Voici par exemple, les normes minimales requises pour la certification des semences de blé et d'orge.

*Les conditions du terrain:* Une plantation d'orge ou de blé n'est pas éligible à la certification si elle est cultivée sur le même terrain pendant deux saisons consécutives, à moins que la culture précédente ne soit de la même variété et qu'elle ait été agréée par l'agence de certification comme étant conforme aux normes de pureté variétale.

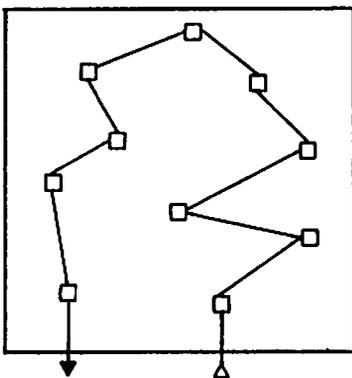
1. Observations notées sur 75% du champ.



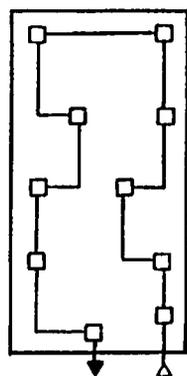
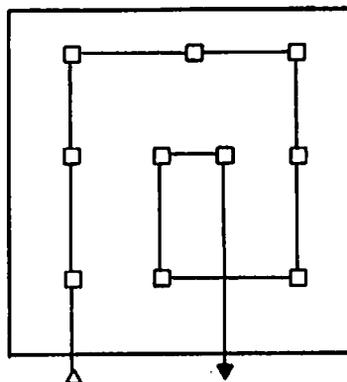
2. Observations notées sur 60-70 % du champ.



3. Au hasard.

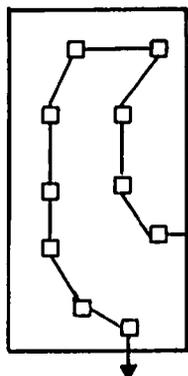


4. Plan de marche dans le sens des aiguilles d'une montre.



5. Observations notées sur 85 % du champ.

□ = unités d'échantillons



6. Observations notées sur 60% du champ.

Fig.1. Les plans de marche suggérés pour l'inspection sur champ (Svensson *et col.*, 1975)

Tableau 1. Les conditions requises pour l'inspection sur champ.

Facteur	Le % maximum permis <sup>*</sup>	
	Fondation	Certifiées
Les hors types (épis)	0,05	0,30
Les plantes d'autres cultures inséparables	0,01	0,05
Les plantes d'herbes nuisibles	0,01	0,02
Les plantes contaminées par les maladies portées par les semences	0,10	0,50

\* Les normes pour les hors types, les autres cultures inséparables et les herbes nuisibles devraient être satisfaites à la dernière inspection tandis que celles du charbon nu du blé devraient être satisfaites à n'importe quelle inspection conduite dans l'intervalle de temps compris entre le début de la floraison et le début de la récolte.

Tableau 2. Les normes d'inspection sur champ des semences.

Facteur	Normes	
	Fondation	Certifiées
Semences pures (min.)	98,0 %	98,0 %
Matières inertes (max.)	2,0 %	2,0 %
Semences d'autres espèces cultivées (max.)	10/kg	0,10%
Le total des graines de mauvaises herbes (max.)	10/kg	0,10%
Les graines d'herbes nuisibles (max.)	2/kg	5/kg
Taux de germination (max.)	85,0 %	85,0 %

***L'inspection sur champ:*** Deux inspections au minimum devraient être effectuées entre la floraison et la récolte.

***Les modèles de champs:*** Les champs de semences devraient être séparés d'une distance de 3 m des champs des autres variétés ou de ceux de la même variété mais qui ne sont toutefois pas conformes aux exigences de pureté variétale nécessaire à la certification.

En plus d'une distance d'isolement de 3 m, les champs de semences de blé issues de variétés sensibles aux maladies ne devraient pas figurer à proximité des champs de blé contaminés par cette maladie. Les distances prescrites pour cette fin devraient être respectées.

Pour les exigences spécifiques, voir le tableau 1 et pour les normes de semences, voir le tableau 2.

## **Bibliographie**

- Anonyme. 1972. Field inspection manual. National Seeds Corporation Ltd., US AID and the Rockefeller Foundation, New Delhi, India.
- Svensson, O., Al-Jibouri, H. and Fuentes, E.J. 1975. Seed certification. Pages 163-185 in *Cereal Seed Technology* (Feistritz, W.P., ed.) FAO, Rome, Italy.

## **Les divers aspects du contrôle de la qualité des semences**

---

**W.J. van de Burg**

*Station Gouvernementale d'Essais de Semences,  
BP. 9104, 6700 He Wageningen,  
Les Pays-Bas*

Le développement des industries de semences exige temps et effort. Les pays dont les industries de semences se sont nouvellement établies apprennent très vite que les essais et la certification sont des facettes qui s'intègrent au processus de production de semences. Le contrôle de la qualité des semences comprend huit facteurs décrits en détail dans les paragraphes suivants.

### **1. Pureté analytique (physique ou mécanique)**

Les agriculteurs voudraient avoir des semences non-contaminées par les semences d'autres espèces cultivées, les brins de paille, le sable ou les graines de mauvaises herbes. Un test manuel détermine à quel point le lot de semences est mélangé aux matières étrangères. Il est évident que les semences pures à cent pour cent sont les meilleures mais les machines de nettoyage ne peuvent d'habitude éliminer toutes les impuretés. On perd d'autant plus de semences qu'on les nettoie davantage. Néanmoins, le nettoyage reste une des méthodes les plus efficaces permettant d'améliorer la qualité des semences, son coût étant insignifiant par rapport aux bénéfices qu'il produit.

Le test de pureté détermine l'efficacité de l'opération de nettoyage et fournit les semences pures à l'essai de germination. Le test de pureté d'un petit échantillon, effectué au laboratoire, détermine le pourcentage en poids de semences intactes appartenant à l'espèce dont le nom figure sur l'étiquette. Les impuretés comprennent les semences d'autres espèces cultivées, les graines de mauvaises herbes et les matières inertes telles que les semences cassées, les balles, les débris de feuilles et les particules de sol. Le pourcentage et le type d'impuretés sont enregistrés, y compris les noms scientifiques des semences et des graines.

## 2. La teneur en semences d'autres espèces

Un recensement précisant uniquement le nombre de semences par poids de l'échantillon examiné détermine à quel point les semences sont mélangées à celles d'autres espèces. Ce test sert également à compter les graines de mauvaises herbes et/ou les semences d'autres espèces cultivées au cas où le test de pureté n'est pas suffisamment précis. Le résultat de ce test est exprimé au 0,1 % près, ce qui équivaut à la présence dans l'échantillon, de deux ou trois semences dont la dimension est similaire à celles des semences pures. Par exemple, lorsque l'orge se présente comme une impureté du blé, une ou deux semences seraient notées sans être probablement enregistrées en pourcentage séparé. En plus, l'échantillon analysé est si petit que les impuretés importantes seraient omises. L'échantillon de céréales étant égal à 0,001 fois la quantité de semences semées par hectare, les semences de blé pourraient alors contenir environ mille semences d'orge. Toutefois, celles-ci pourraient ne pas apparaître dans l'échantillon analysé.

Quand il est particulièrement important d'éviter les contaminations, un échantillon dix fois plus grand que celui utilisé pour le test de pureté est analysé et le nombre de semences d'espèces étrangères compté. Le résultat est alors exprimé en nombre de semences par poids de l'échantillon examiné; 2 par kg par exemple.

Par ailleurs, le test sert à déterminer le degré de contamination par les graines de mauvaises herbes. En effet, celles-ci contaminent toutes les exploitations, bien que certaines présentes parmi les semences à cultiver ne sont pas effectivement nuisibles. Néanmoins, certaines graines devraient être totalement absentes des semences à cultiver, y compris les graines d'herbes nuisibles telles que l'avoine sauvage et les plantes parasites d'*Orobanche*, de *Cuscuta*, et de *Striga*. D'autre part, la présence du gaillet (*Galium aparine*) est uniquement accepté à des taux réduits; les graines pouvant être nuisibles lorsqu'elles sont présentes à des taux élevés. Dans ce cas, elles sont extrêmement compétitives, encouragent la perte de la culture et se mélangent aux semences de la récolte.

Les graines de mauvaises herbes sont enregistrées en nombre de graines par poids de l'échantillon examiné. Ceci est dû en partie aux mêmes raisons pour lesquels les semences d'autres espèces cultivées sont ainsi exprimées et au fait que les graines de mauvaises herbes ont des dimensions si différentes qu'un pourcentage par poids semble insignifiant. Les semences très petites volantes et onctueuses de l'épi du vent ou agrostides (*Apera spica-venti*) produiraient par exemple des plantes aussi grandes et nuisibles que les espèces d'avoine sauvage (*Avena fatua*, *A. sterilis*, et autres). En effet, un pourcent seulement d'agrostides présent dans un échantillon de 1 kg de céréales, équivaut à 100.000 graines tandis qu'1 % d'avoine sauvage équivaut à 500 graines. Il est donc clair que le nombre de graines de mauvaises herbes compte beaucoup plus que le poids de ces graines.

### 3. La pureté du cultivar

Cet aspect de la qualité est le mieux contrôlé par l'inspection sur champ. Il est testé à l'aide des essais sur parcelles, un cultivar étant identifié de façon plus précise par examen des plantes en croissance que des semences sèches au laboratoire. Des modèles de certification de cultivars où les plantes mères sont globalement inspectées sur les champs des exploitations de production ont été établis. Ces mêmes semences sont également semées sur une parcelle à proximité du laboratoire d'analyse en vue de les examiner plus soigneusement. La pureté du cultivar ainsi déterminée n'est cependant pas aussi précise que les résultats obtenus par test théorique effectué au laboratoire à partir d'échantillons prélevés sur les sacs fournis par les agriculteurs. Malheureusement, très peu d'essais au laboratoire sont fiables. Il faudrait toujours les consolider en contrôlant la source des semences multipliées.

### 4. La faculté germinative

C'est le pourcentage de semences pures capables de produire des plantules normales au cours d'un test au laboratoire, les plantules anormales ne sont pas incluses dans le pourcentage de germination. Celui-ci indique le potentiel d'un lot de semences à produire des plantules dans de bonnes conditions aux champs. Pourtant, la plupart de ces conditions ne sont pas optimales et même si elles l'étaient, certaines semences seraient toujours attaquées par les rongeurs, les oiseaux ou les insectes; tomberaient sur ou sous un cailloux ou bien ne pourraient croître à cause de la compétition avec les mauvaises herbes. Bien que les valeurs prédites ne sont jamais atteintes, le lot dont la faculté germinative est plus élevée produirait toujours plus de plantules que celui dont la faculté germinative est réduite, en particulier si les conditions ne sont pas optimales.

La faculté germinative est une des caractéristiques les plus importantes à examiner lorsqu'il s'agit d'acheter des semences. Étant donné que l'essai de germination est effectué à l'aide de semences pures obtenues à partir du test de pureté et que celles-ci ne représentent pas les semences effectivement présentes dans les sacs, la combinaison entre germination et pureté définie en tant que "Contenu en Semences pures Vivantes" (CSV) sert à exprimer la qualité du lot de semences. Un lot pure à 90 % dont la faculté germinative est de 80 % a un CSV =  $90 \times 80/100 = 72$ . En d'autres termes, seule cette proportion de la masse mise en sacs est capable de produire des plantules normales. Pour décider des meilleures semences à acheter, il faudrait calculer le prix de vente en fonction du prix par unité de CSV.

## 5. La vigueur

Tandis que la faculté germinative représente la capacité de produire des plantules dans des conditions aux champs favorables, la vigueur représente cette même capacité mais dans des conditions peu favorables. Des lots ayant des facultés germinatives identiques produiraient dans des conditions peu favorables des performances bien divergentes, en particulier lorsque cette faculté est réduite.

Comme règle générale, une faculté germinative élevée est toujours associée à une vigueur élevée. Par conséquent, il conviendrait d'acheter uniquement les lots dont la faculté germinative est élevée, au cas où les essais appropriés de vigueur n'existent pas.

Les dégâts que l'embryon ou l'enveloppe des semences subissent à cause de la récolte et du conditionnement pourraient réduire de leur vigueur. L'environnement, la nutrition de la plante mère, l'état de maturité à la récolte, la dimension des semences, la sénescence provoquée par de longues périodes d'entreposage et enfin les pathogènes sont d'autres facteurs qui influencent la vigueur des semences. L'écart entre la faculté germinative théorique et la performance aux champs n'est pas le même pour toutes les espèces; par exemple, les écarts apparaissent plus fréquemment chez les légumineuses que chez les céréales.

## 6. La teneur en eau

Il faudrait également prendre ce critère en considération lorsqu'il s'agit d'acheter les semences. Étant donné que les semences sont commercialisées sur la base du poids, leur teneur en eau indiquerait la quantité d'eau achetée. Un excès équivalent à 1 % de la teneur en eau d'un lot de 19 tonnes représente donc 190 kg d'eau supplémentaires qui auraient dû correspondre à une quantité égale de semences. Au cours des différentes étapes de la production, il faudrait garder la teneur en eau assez basse pour empêcher le développement des champignons et limiter la croissance des insectes. D'autre part, des teneurs en eau trop basses pourraient provoquer des problèmes de germination des semences tels que l'induction d'une dormance secondaire.

La teneur en eau détermine principalement si les semences maintiendraient leur faculté germinative durant la période de temps qui s'écoule entre la récolte et les semailles. L'essai au laboratoire est effectué avec grande simplicité et précision. Dans les entrepôts et durant le conditionnement, les détecteurs portables peuvent beaucoup aider à déterminer sur champ la teneur en eau des semences.

## **7. L'état phytosanitaire**

Dans certains cas, l'état phytosanitaire des semences est un facteur très important pour la lutte contre les maladies et pour l'établissement des cultures dans les champs. "Les maladies portées par les semences" sont effectivement transmises par les semences. Les diverses maladies se développent de façon différents; par exemple, les symptômes des charbons et des caries n'apparaissent qu'à la floraison et se répandent alors. Les plantules contaminées par ces maladies ne présentent d'habitude aucune anomalie. Les autres maladies telles que les stries des feuilles et la pourriture des racines affectent les plantules dès leur premier âge en limitant leur croissance ou en les tuant. L'infection se répand alors et les plantes qui restent produisent des semences contaminées. Les semences contaminées par cette catégorie de pathogènes pourraient produire des plantules anormales. L'essai standard de germination ne peut prédire avec suffisamment de précision les effets de ces pathogènes sur l'établissement des plantules dans les champs. Par conséquent, il est nécessaire d'effectuer des analyses spéciales de l'état phytosanitaire des semences.

Les semences pourraient aussi porter des virus tels que la mosaïque et les stries des feuilles. D'habitude, ceux là n'infectent pas les plantules mais pourraient être transmis aux autres plantes par le biais des insectes comme les pucerons, bien avant que les symptômes n'apparaissent.

Il ne faut avoir recours aux traitements aux produits phytosanitaires qu'en dernier lieu, une bonne inspection sur champ des maladies est bien plus avantageuse que les essais de semences puisque les symptômes apparaissent d'habitude clairement sur les plantes. Tous les lots inspectés qui portent les symptômes de maladie devraient être mis de côté si la nature et le niveau atteint sont alarmants. Il est possible d'identifier au laboratoire la plupart des pathogènes bien que les techniques de diagnostic pourraient être compliquées; par exemple, les champignons sont difficiles à distinguer des saprophytes inoffensifs. Un spécialiste expérimenté et capable de distinguer entre les champignons inoffensifs et les champignons nuisibles doit diriger les analyses. Il est extrêmement important de mener toutes les années et avec le même degré d'exactitude, des analyses pareilles. C'est la raison pour laquelle les analyses de l'état phytosanitaire des semences ne sont avantageuses que dans les industries les plus évoluées.

## **8. La dimension et l'uniformité des dimensions**

Chez plusieurs espèces, les petites semences sont d'une qualité inférieure parcequ'elles produisent de petites plantules moins compétentes, plus sensibles aux maladies et dont le rendement est plus réduit. Chez les autres cultures telles que les céréales, les petites semences sont souvent ratatinées parce qu'elles n'étaient pas mûres au moment de la récolte ou bien parcequ'elles

sont issues de plantes malades. Dans tous les cas, le matériel qui passe à travers les cribles de fonds des machines de nettoyage de semences ne devrait pas être semé bien que les autorités en charge de la certification pourraient prescrire des cribles à petits orifices pour les années de manque. Les machines de nettoyage présentes dans les laboratoires servent à vérifier si le lot est conforme aux normes. L'agriculteur pourrait avoir intérêt à savoir combien de semences il faudrait semer à partir d'une quantité de 1 kg, ceci étant très simplement estimé à partir du poids de mille semences.

D'autre part, l'uniformité de la dimension est en relation avec la méthode de semis. Ce critère est d'autant plus important que le semis est effectué manuellement, par épandage automatique, par semis automatique en ligne ou encore plus, lorsque la plantation à grande précision est utilisée.

## **Les organisations qui mettent au point les méthodes de contrôle de qualité**

### **L'Association Internationale d'Essais de Semences (ISTA)**

L'ISTA fut établie en 1924 en vue de promouvoir l'uniformité des essais de semences et de faciliter par conséquence les échanges commerciaux. Les normes qu'elle établit décrivent comment tester les semences pour pouvoir acquérir un certificat international émis par l'ISTA. Les certificats de l'ISTA sont très utilisés, en particulier au niveau international où ils jouent le rôle de "passeport de semences" et de garanties permettant de régler les paiements internationaux. Soixante pays environ sont membres de l'ISTA. Le nombre d'adhérents est en augmentation continue parce que les pays en voie de développement sont en train d'établir des stations d'essais de semences qui satisfont aux conditions d'accréditation. A présent, il existe 130 stations accréditées, autorisées à émettre des certificats internationaux. L'ISTA ne fixe pas les normes, elle prescrit plutôt les méthodes d'échantillonnage, de scellage et d'analyse à suivre pour pouvoir émettre des certificats ISTA. L'adhérence à l'ISTA n'est pourtant pas limitée aux seules stations accréditées, les individus peuvent aussi souscrire au journal officiel de l'ISTA, à la revue de *"Technologie et Sciences des Semences,"* ainsi qu'à plusieurs autres publications ISTA.

### **L'Organisation de Coopération et Développement Économique**

L'OECD lança en 1958 son système de certification. L'organisation comprend actuellement 30 pays membres et possède un plan englobant toutes les espèces principales de plantes cultivées. Tout comme l'ISTA, l'OECD définit principalement les procédés et les nomenclatures des différentes étapes (par exemple: les semences pré-base et les semences de base). Lorsqu'un lot de semences a été certifié en accord avec les directives de l'OECD, il a droit

à l'étiquette de l'OECD reconnue par les autorités des douanes des pays membres. Ceux là adaptent leurs systèmes nationaux de certification aux directives de l'OECD.

Les jeunes industries de semences qui ne sont pas encore membres de l'OECD et de l'ISTA devraient suivre, aussi étroitement que possible, les procédés des deux organisations tout en projetant d'en devenir membre.

## L'échantillonnage des semences

---

**W.J. Van der Burg**

*Station Gouvernementale d'Essais de Semences,  
BP. 9104, 6700 HE Wageningen,  
Les Pays-Bas*

### Introduction

Les semences d'un lot sont échantillonnées dans le but d'obtenir des quantités plus petites, convenables aux analyses et dont les proportions des composantes sont identiques à celles du lot.

L'échantillon analysé au laboratoire est minime en comparaison au lot de semences qu'il représente (par exemple, si 1g tiré d'un lot de 10.000 kg est analysé, le taux serait de 1:10.000.000). Afin d'obtenir des résultats d'analyse uniformes et précis, il est essentiel que les échantillons soient préparés en accord avec les normes de l'Association Internationale d'Essais de Semences (ISTA). Il est essentiel également que l'échantillon représente avec précision la composition du lot de semences dont il est issu et que l'échantillon de travail obtenu au laboratoire représente l'échantillon soumis.

Les analystes de semences, les inspecteurs et les techniciens qui effectuent les échantillonnages dans les entrepôts devraient suivre les normes de l'ISTA relatifs à ce sujet afin que la station d'essais autorisée par l'ISTA puisse émettre des certificats internationaux verts ou oranges, sinon seul le certificat bleu de moindre valeur serait émis.

### Les certificats

Bien qu'il existe divers certificats nationaux, trois certificats internationaux ISTA (décrits en détail dans les *Normes de l'ISTA*, chapitre deux) sont les plus importants pour le commerce international.

1. *Le Certificat Orange des Lots de Semences*, émis lorsqu'un corps officiel agréé par la station d'essais effectue l'échantillonnage conformément aux

normes de l'ISTA. L'échantillonnage et les essais devraient être effectués dans le pays même.

2. *Le Certificat Vert des Lots de Semences*, nécessite des conditions identiques à celles requises pour le certificat orange, les analyses étant effectuées par une station autorisée localisée hors du pays où le lot a été échantillonné.
3. *Le Certificat Bleu des Échantillons de Semences*, émis uniquement pour les échantillons. On a recours à de tels certificats lorsque l'échantillonnage n'est pas officiel et que la station d'essais n'est pas sûre si l'échantillon représente effectivement le lot de semences. Le certificat indique uniquement la qualité de l'échantillon reçu et omet aussi bien le nom de l'agence qui a effectué l'échantillonnage et le scellage que l'étiquette et le scellé du lot.

## Définitions

*Lot*: C'est une quantité donnée de semences identifiables physiquement et pour laquelle un Certificat International d'Analyse est émis.

*Échantillon élémentaire*: C'est une petite portion de semences prélevée sur un certain point du lot.

*Echantillon global*: C'est un mélange de tous les échantillons élémentaires d'un lot donné.

*Échantillon soumis*: C'est l'échantillon soumis à la station d'essais. Il est composé d'un échantillon global réduit à la dimension requise (Puisque la dimension de l'échantillon globale est d'habitude supérieure à celle exigée par les analyses). La dimension de l'échantillon doit être au moins égale à la dimension spécifiée par la norme ISTA 2.6.3.

*Échantillon de travail*: C'est un échantillon réduit prélevé au laboratoire à partir de l'échantillon soumis et utilisé pour une certaine analyse de qualité.

*Le scellage*: Un sac scellé de lots ou d'échantillons est un sac fermé de façon telle que l'on ne puisse plus l'ouvrir et le refermer sans détruire le scellé ou laisser des marques évidentes de soudure.

## Principes et procédés d'échantillonnage du lot

Un lot à échantillonner ne doit montrer aucune hétérogénéité, ce qui veut dire que les échantillons élémentaires doivent avoir un aspect identique. S'il existe un indice d'hétérogénéité (confirmé par les analyses d'hétérogénéité, les normes de l'ISTA 2.4.2.A), il faudrait arrêter le processus d'échantillonnage.

Le poids du lot ne doit pas dépasser certaines limites (Tableau 1, colonne 2, les valeurs étant sujettes à une tolérance de 5 %). Pour la plupart des semences de plantes agricoles, le poids du lot ne doit pas dépasser 10.000 kg, mais pour les espèces à semences larges cette valeur s'élève à 20.000 kg, à

l'exception des semences du maïs pour lesquelles une valeur de 40.000 kg est permise.

L'échantillonnage ne peut être effectué qu'à partir de sacs scellés ou scellable ou bien d'autres récipients étiquetés ou marqués d'une désignation unique au lot permettant ainsi de l'identifier. On ne peut émettre un Certificat International de Lot de Semences pour des semences en vrac ou des semences entreposées dans des récipients non scellables.

Tableau 1. Poids des lots et des échantillons.

Espèces	Poids maximum du lot (kg)	Echantillon soumis	Poids minimums des échantillons	
			Echantillon de travail destiné à l'analyse de pureté spécifique	Echantillon de travail destiné à la détermination en nombre d'espèces étrangères
1	2	3	4	5
<u>Arachis hypogaea</u> L.	20.000	1000	1000	1000
<u>Avena sativa</u> L.	20.000	1000	120	1000
<u>Cicer arietinum</u> L.	20.000	1000	1000	1000
<u>Glycine max</u> (L.) Merrill	20.000	1000	500	1000
<u>Hordeum vulgare</u> L.s.l.	20.000	1000	120	1000
<u>Lens culinaris</u> Medik.	10.000	600	60	600
<u>Medicago arabica</u> (L.) Huds.(bardane)	10.000	600	60	600
<u>Medicago arabica</u> (L.) Huds.(sans bard.)	10.000	50	5	50
<u>Medicago littoralis</u> (L.) Rohde ex Lois.	10.000	80	8	80
<u>Medicago lupulina</u> L.	10.000	50	5	50
<u>Medicago orbicularis</u> (L.) Bartal.	10.000	80	8	80
<u>Medicago polymorpha</u> L.	10.000	70	7	70
<u>Medicago sativa</u> L.	10.000	50	5	50
<u>Medicago scutellata</u> (L.) Miller	10.000	450	45	450
<u>Medicago truncatula</u> Geartn.	20.000	120	12	120
<u>Oryza sativa</u> L.	20.000	400	40	400
<u>Pennisetum glaucum</u> (L.) R. Br.emend. Stunz	10.000	150	15	150
<u>Phaseolus coccineus</u> L.	20.000	1000	1000	1000
<u>Phaseolus lunatus</u> L. (incl.				

<u>P. Jimensis</u> Macfad.)	20.000	1000	1000	1000
<u>Phaseolus mungo</u> L.	20.000	1000	700	1000
<u>Phaseolus radiatus</u> L.	20.000	1000	120	1000
<u>Phaseolus vulgaris</u> L.	20.000	1000	700	1000
<u>Pisum sativum</u> L.s.l.	20.000	1000	900	1000
<u>Secale cereale</u> L.	20.000	1000	120	1000
<u>Sesamum indicum</u> L.	10.000	70	7	70
<u>Sorghum alnum</u> Parodi	10.000	200	20	200
<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench	10.000	900	90	900
<u>Sorghum halepense</u> (L.) Pers.	10.000	90	9	90
<u>Sorghum sudanense</u> (Piper) Stapf	10.000	250	25	250
<u>Trifolium alexandrinum</u> L.	10.000	60	6	60
<u>Trifolium campestre</u> Schreb.	10.000	25	0,5	5
<u>Trifolium dubium</u> Sibth.	10.000	25	2	20
<u>Trifolium fragiferum</u> L.	10.000	40	4	40
<u>Trifolium glomeratum</u> L.	10.000	25	1	10
<u>Trifolium hirtum</u> All.	10.000	70	7	70
<u>Trifolium hybridum</u> L.	10.000	25	2	20
<u>Trifolium incarnatum</u> L.	10.000	80	8	80
<u>Trifolium lappaceum</u> L.	10.000	25	2	20
<u>Trifolium pratense</u> L.	10.000	50	5	50
<u>Trifolium repens</u> L.	10.000	25	2	20
<u>Trifolium resupinatum</u> L.	10.000	25	2	20
<u>Trifolium subterraneum</u> L.	10.000	250	25	250
<u>Triticosecale</u> spp.	20.000	1000	120	1000
<u>Triticum aestivum</u> L. emend. Fiori et Paol.	20.000	1000	120	1000
<u>Triticum durum</u> Desf.	20.000	1000	120	1000
<u>Vicia benghalensis</u> L.	20.000	1000	120	1000
<u>Vicia faba</u> L.	20.000	1000	1000	1000
<u>Vicia pannonica</u> Crantz	20.000	1000	120	1000
<u>Vicia sativa</u> L. (incl. <u>V. angustifolia</u> L.)	20.000	1000	140	1000
<u>Vicia villosa</u> Roth (incl. <u>V. dasycarpa</u> Ten.)	20.000	1000	100	1000
<u>Vigna marina</u> (Burm.f.) Merr.	20.000	800	80	800
<u>Vigna unguiculata</u> (L.) Walp. (incl. <u>V. sinensis</u> (L.) Saviex Hassk.)	20.000	1000	400	1000
<u>Zea mays</u> L.	40.000	1000	900	1000

Au cours de l'échantillonnage, tous les récipients doivent porter une étiquette d'identification correspondant à celle qui figure sur le certificat. Le technicien qui effectue l'échantillonnage doit lui-même sceller ou superviser le scellage des récipients.

L'échantillonnage est effectué à l'aide de divers instruments, les plus communs étant les sondes et les cannes à sonde. Celles-ci sont formées d'un tube creux en cuivre adapté à l'intérieur d'une cylindre ou manche à extrémité solide et pointue. Lorsque les ouvertures allongées disposées le long de la paroi du tube et de la manche se trouvent alignées, les semences passent à l'intérieur de la cavité du tube. Il suffit alors de faire pivoter le tube d'un demi-tour pour fermer les ouvertures. Ces tubes sont conçus pour correspondre à différents genres de semences et à des récipients de dimensions différentes. Par conséquent, la longueur et le diamètre du tube varient. En plus, il peut être divisé en un seul ou plusieurs compartiments. La sonde la plus appropriée à l'échantillonnage des semences de céréales est longue de  $\pm 760$  mm, elle a un diamètre extérieur est  $\pm 25$  mm et présente six ouvertures.

Les caisses d'échantillonnage sont construites de la même façon mais sont bien plus larges. Elles peuvent atteindre jusqu'à 1600 mm (1,6 m) de longueur et 38 mm de diamètre et présenter six à neuf ouvertures. La sonde pourrait être utilisée horizontalement ou verticalement. La sonde verticale doit être divisée en compartiments, sinon les semences provenant des couches supérieures rempliraient la sonde et seraient en excès par rapport aux autres. Il est impossible d'éviter que certaines semences soient entraînées du haut vers le bas lorsque des cannes à sonde verticales sont utilisées. Cet accident peut cependant être réduit par l'usage de sondes lisses, présentant le moins possible de nervures.

Que ce soit verticalement ou horizontalement, la sonde devrait être introduite diagonalement dans le sac ou le récipient (pour les semences en vrac, il est plus pratique d'introduire la sonde verticalement). On fait pénétrer la sonde fermée dans le sac, on ouvre les fentes et on pivote la sonde plusieurs fois verticalement et horizontalement puis on l'agite doucement jusqu'à ce qu'elle soit complètement remplie. Les ouvertures sont alors refermées, la sonde retirée et les échantillons recueillis dans une cuvette convenable, une pièce de tuyau coupée longitudinalement, une pièce de papier ciré ou autres récipients similaires. Il faudrait prendre soin de refermer les ouvertures disposées le long de la sonde sans toutefois endommager les semences.

Il est possible d'introduire une canne à sonde dont le diamètre ne dépasse pas une valeur donnée dans le tissu des sacs, dans de la jute tissée grossièrement ou dans d'autres matières. Lorsque la sonde est retirée il faudrait repasser sa pointe plusieurs fois à travers le tissu du trou, verticalement et horizontalement, afin de resserrer la trame du sac, ce qui permet aux fils de se remettre ensemble et de boucher le trou. L'échantillonnage des sacs fermés en papier se fait par perforation des sacs et scellage du trou à l'aide d'un ruban adhésif.

La sonde à Nobbe est un autre genre de sonde, appropriée uniquement à l'échantillonnage des semences mises en sac. C'est une sorte de tube pointu, assez long pour pouvoir atteindre le centre du sac avec un trou oval à son extrémité pointue. Pour les céréales, la distance entre ce trou et la poignée de la sonde devrait être de 350 mm tandis que le diamètre intérieur du tube est de 14 mm. Il faudrait introduire tout doucement la sonde à l'intérieur du sac, la pointe dirigée vers le haut faisant un angle de 30°C avec l'horizontale et le trou oval dirigé vers le bas. Lorsque la sonde atteint le centre du sac elle est pivotée de 180°C de façon à avoir le trou dirigé vers le haut. La sonde est retirée à vitesse décroissante de façon à obtenir successivement des quantités de semences de plus en plus larges au fur et à mesure que la sonde se déplace du centre vers l'extrémité du sac. La poignée de la sonde est ensuite vidée en l'agitant. Sinon, on peut avoir recours à une sonde assez longue pour pénétrer jusqu'à l'extrémité du sac, qu'on retire à une vitesse relativement constante. Dans ce cas, il faudrait retirer la sonde tout en l'agitant doucement afin de maintenir un flux régulier de semences. Les semences coulent d'autant plus facilement que la surface interne de la sonde est polie.

Il faudrait alterner les échantillonnages de façon à prélever les semences sur le dessus, le dessous, les côtés et au milieu des sacs. Pour prélever les échantillons sur le dessous d'un sac mis par terre, celui ci est placé au dessus des autres sacs.

Pour certaines espèces, en particulier celles à balles et celles qui ne s'écoulent pas facilement (spécialement les herbes), l'échantillonnage est effectué manuellement. Bien qu'il soit difficile de prélever les échantillons au dessous de 40 cm de profondeur et d'obtenir par conséquent des semences à partir des couches inférieures des sacs ou des caisses, cette méthode reste la plus satisfaisante. Pour faciliter l'échantillonnage, le technicien pourrait vider ces sacs complètement ou en partie et les remplir de nouveau. Il faudrait prendre soin de bien serrer les doigts afin de ne pas perdre les semences. Il existe des valeurs minimales requises pour les intensités d'échantillonnage des lots de semences mis en sacs uniformes (ou dans d'autres récipients ayant la même capacité). Si on dispose de 1 à 5 récipients, chacun devrait être échantillonné, cinq échantillons élémentaires sont alors prélevés. Si on dispose de 6 à 30 récipients, il faudrait échantillonner un récipient sur trois. Le nombre d'échantillons doit être supérieur ou égal à 5. Pour 31 récipients ou plus, au moins un récipient sur cinq devrait être échantillonné. Le nombre d'échantillons doit être supérieur ou égal à 10. Les Normes de l'ISTA précisent les intensités d'échantillonnage des semences en vrac, des semences placées dans des récipients de dimensions variables ou de très petites dimensions et des semences qu'on écoule dans des récipients.

Si les échantillons élémentaires semblent uniformes, ils sont mélangés pour former l'échantillon global à partir duquel l'échantillon soumis est prélevé en utilisant une des méthodes de laboratoire décrites ci dessous. Les gros instruments sont utilisés si nécessaire. Il est difficile de mélanger et de réduire convenablement l'échantillon dans l'entrepôt, c'est pourquoi l'échantillon global

est transporté à la station d'essais où il est réduit. Si la dimension de l'échantillon global est appropriée il n'a pas besoin d'être réduit et il est directement utilisé en tant qu'échantillon soumis.

Les échantillons soumis doivent être identifiés à l'aide d'étiquettes identiques à celles désignant les lots dont ils sont issus. Les échantillons devraient être emballés pour éviter qu'ils ne soient endommagés durant le transport. Les paquets ne devraient pas être imperméables à l'humidité. Les sacs en coton, en lin ou en papier très dur sont les plus appropriés. Au cas où il faudrait déterminer la teneur en eau, un second échantillon devrait être emballé dans des paquets imperméables à l'humidité, desquels on a aspirer l'air.

Il faudrait envoyer sans tarder les échantillons aux stations d'essais et ne jamais les laisser chez le propriétaire, le requérant ou autre personne non-autorisée par l'agence d'échantillonnage ou par la station d'essais de semences.

## **Les principes et les procédés d'échantillonnage au laboratoire**

Il existe plusieurs méthodes et appareils permettant de réduire l'échantillon soumis en échantillon de travail (voir le Tableau 1, colonne 4 pour plus de renseignements concernant les poids minimums des échantillons de travail). Parmi les méthodes décrites, la méthode 5, une combinaison des méthodes 1 et 4, est la plus appropriée à l'analyse d'un grand nombre d'espèces différentes, en particulier les espèces à petites semences.

### **La méthode du diviseur mécanique**

Trois machines sont utilisées: le diviseur conique (type Boerner), le diviseur de terre (type Rifle) et le diviseur centrifuge (type Gamet). Ces trois machines divisent une quantité donnée de semences en deux portions approximativement égales. On peut mélanger l'échantillon en le passant à travers le diviseur, en recombinaison des deux portions et en repassant ensuite l'échantillon entier une deuxième et même une troisième fois si nécessaire. L'échantillon est réduit en passant les semences plusieurs fois à travers le diviseur et en écartant chaque fois la moitié de l'échantillon. Le processus continue ainsi jusqu'à obtenir un échantillon de travail ayant un poids approximativement égal mais jamais inférieur au poids requis.

### **La méthode modifiée de division par moitié**

L'appareil est composé d'un plateau muni d'un tamis à orifices cubiques de dimensions égales, un orifice sur deux est ouvert. Après avoir mélangé les semences, on les verse de façon égale à travers le tamis. Lorsque ce dernier

est relevé, la moitié de l'échantillon environ se trouve sur le plateau. Le processus est répété jusqu'à obtenir un échantillon de travail ayant environ un poids égal mais jamais inférieur au poids requis.

#### **La méthode des gobelets (méthode au hasard)**

Six à huit petits gobelets sont placés au hasard sur un plateau. Après avoir mélangé préalablement les semences, elles sont versées sur le plateau de façon uniforme. Les semences qui tombent à l'intérieur des gobelets sont collectées pour former l'échantillon de travail. Pour certains groupes d'espèces qui se ressemblent, on a recours à des gobelets de taille spécifique. Il faudrait prendre au moins six gobelets, mais si le poids minimum n'est pas encore atteint, un septième ou huitième gobelet est ajouté.

#### **La méthode de la cuillère**

Cette méthode nécessite un plateau, une spatule et une cuillère à extrémité plate. Elle n'est appropriée qu'aux espèces à petites semences et n'est jamais utilisée pour les mélanges. Après avoir mélangé les semences, elles sont versées sur le plateau de façon uniforme. Il faudrait alors prendre soin de ne pas secouer le plateau. A l'aide d'une cuillère et d'une spatule, on enlève des petites quantités de semences à partir d'au moins cinq emplacements choisis au hasard. Ces portions devraient suffir pour composer l'échantillon de travail. Cette méthode ne résulte jamais trop ou trop peu de semences. Elle économise ainsi le temps nécessaire pour conduire des analyses supplémentaires.

#### **Méthode combinant diviseur et cuillère**

C'est une méthode qui combine les avantages des deux autres: La réduction rapide de l'échantillon par le diviseur mécanique (n'importe lequel des trois types décrits) et la précision obtenue par l'emploi de la cuillère. Cette méthode permet d'échantillonner très efficacement une grande gamme d'espèces.

#### **L'analyse double**

Il faudrait prélever deux échantillons de travail indépendants ayant chacun la moitié du poids prescrit et ceci dans le but d'améliorer la précision de l'analyse et de la vérifier en même temps. Les échantillons sont analysés par des analystes différents. Les résultats sont considérés valables lorsqu'ils

correspondent aux intervalles de tolérance définies dans la colonne 3 du tableau 2.

Tableau 2. Intervalles de tolérance correspondant aux analyses de pureté.\* Ce tableau indique les écarts tolérés lorsque les résultats des analyses de pureté des doubles échantillons de travail prélevés sur le même échantillon soumis sont comparés quant à leurs composantes, les semences portant ou ne portant pas de duvets. La probabilité est de 0,05. Elle est calculée à partir des données obtenues lors d'une investigation des écarts entre les résultats des analyses de pureté effectuées aux Etats-Unis et au Canada (Proc. Ass. Int. Ess. Sem. 25, 102, 1960).

Les moyennes des résultats des analyses de deux demi-échantillons ou de deux échantillons complets		Écart toléré entre les résultats des analyses de	
		Demi-échantillons de travail	Échantillons complets de travail
1	2	3	4
99,95 - 100,00	0,00 - 0,04	0,23	0,16
99,90 - 99,94	0,05 - 0,09	0,34	0,24
99,85 - 99,89	0,10 - 1,14	0,42	0,30
99,80 - 99,84	0,15 - 0,19	0,49	0,35
99,75 - 99,79	0,20 - 0,24	0,55	0,39
99,70 - 99,74	0,25 - 0,29	0,59	0,42
99,65 - 99,69	0,30 - 0,34	0,65	0,46
99,60 - 99,64	0,35 - 0,39	0,69	0,49
99,55 - 99,59	0,40 - 0,44	0,74	0,52
99,50 - 99,54	0,45 - 0,49	0,76	0,54
99,40 - 99,49	0,50 - 0,59	0,82	0,58
99,30 - 99,39	0,60 - 0,69	0,89	0,63
99,20 - 99,29	0,70 - 0,79	0,95	0,67
99,10 - 99,19	0,80 - 0,89	1,00	0,71
99,00 - 99,09	0,90 - 0,99	1,06	0,75
98,75 - 98,99	1,00 - 1,24	1,15	0,81
98,50 - 98,75	1,25 - 1,49	1,26	0,89
98,25 - 98,49	1,50 - 1,74	1,37	0,97
98,00 - 98,24	1,75 - 1,99	1,47	1,04
97,75 - 97,99	2,00 - 2,24	1,54	1,09
97,50 - 97,74	2,25 - 2,49	1,63	1,15
97,25 - 97,49	2,50 - 2,74	1,70	1,20
97,00 - 97,24	2,75 - 2,99	1,78	1,26
96,50 - 96,99	3,00 - 3,49	1,88	1,33
96,00 - 96,49	3,50 - 3,99	1,99	1,41
95,50 - 95,99	4,00 - 4,49	2,12	1,50

95,00 - 95,49	4,50 - 4,99	2,22	1,57
94,00 - 94,99	5,00 - 5,99	2,38	1,68
93,00 - 93,99	6,00 - 6,99	2,56	1,81
92,00 - 92,99	7,00 - 7,99	2,73	1,93
91,00 - 91,99	8,00 - 8,99	2,90	2,05
90,00 - 90,99	9,00 - 9,99	3,04	2,15
88,00 - 89,99	10,00 - 11,99	3,25	2,30
86,00 - 87,99	12,00 - 13,99	3,49	2,47
84,00 - 85,99	14,00 - 15,99	3,70	2,62
82,00 - 83,99	16,00 - 17,99	3,90	2,76
80,00 - 81,99	18,00 - 19,99	4,07	2,88
78,00 - 79,99	20,00 - 21,99	4,23	2,99
76,00 - 77,99	22,00 - 23,99	4,37	3,09
74,00 - 75,99	24,00 - 25,99	4,50	3,18
72,00 - 73,99	26,00 - 27,99	4,61	3,26
70,00 - 71,99	28,00 - 29,99	4,71	3,33
65,00 - 69,99	30,00 - 34,99	4,86	3,44
60,00 - 64,99	35,00 - 39,99	5,02	3,55
50,00 - 59,99	40,00 - 49,99	5,16	3,65

---

\* Ce tableau est identique au tableau 3A des Normes de l'ISTA, 1985.

## **Les essais et le contrôle de la qualité des semences aux Pays-Bas**

---

**G.P. Termohlen**

*Station Gouvernementale d'Essais de semences,  
BP. 9104, 6700 HE Wageningen,  
Les Pays-Bas*

Aux Pays-Bas, la Station Gouvernementale d'Essais de Semences relève de la Direction des Cultures Arables et d'Horticulture du Ministère de l'Agriculture et des Pêches. Les autres stations de recherches de la direction s'occupent des cultures arables et de la production maraîchère de plein champ, de l'horticulture sous serre, de la floriculture, de l'arboriculture et de la production de bulbes, de fruits et de champignons. Les instituts de recherches traitant des disciplines spécialisées telles que l'amélioration génétique, la phytopathologie, le machinisme et la pédologie relèvent de la Direction de Recherches Agricoles du Ministère de l'Agriculture et des Pêches.

### **Les principales activités de la Station d'Essais de Semences**

La Station d'Essais de Semences est chargée de plusieurs fonctions. Elle s'occupe de l'analyse de la qualité des échantillons de semences nettoyées provenant du marché et de l'émission de certificats d'analyses notamment ceux de l'ISTA, Association Internationale d'Essais de Semences (pour la teneur en eau, la pureté, la faculté germinative et l'état phytosanitaire des semences). Elle s'occupe également de l'analyse de la qualité des échantillons non nettoyés provenant des lots de semences cultivés sur contrat et du développement et de l'amélioration des méthodes d'analyse en coopération avec l'ISTA. Les autres activités de la station comprennent la recherche portant sur les divers problèmes des semences, la fourniture de services-conseils concernant la manipulation des semences ainsi que les stages de perfectionnement dans le domaine des essais et de la technologie de semences. La station collabore sur plusieurs niveaux au développement de l'industrie de semences dans les pays en voie de développement.

Les recherches que la Station d'Essais de Semences conduit contribuent à simplifier l'évaluation et les essais de routine et à résoudre les problèmes de base de l'industrie de semences. Le personnel de la station compte environ 70 personnes dont 50 % ou plus sont chargées d'entreprendre les essais de routine. Elle analyse près de 23.000 échantillons par an (dont 7.500 provenant des lots de semences cultivés sur contrat) qui arrivent sans nettoyage préalable et 15.000 échantillons provenant du commerce mais qui arrivent déjà nettoyés. La station comprend un département chargé du nettoyage, de la pureté, de l'identification et de la cytologie; un autre chargé de la germination, de l'entreposage, de l'emballage et de la teneur en eau et d'autres encore chargés de l'état phytosanitaire, de la certification et de l'administration.

## **Historique et procédé des essais de semences**

Les semences de qualité sont indispensables pour l'obtention d'une bonne production agricole, les pratiques culturales ne peuvent compenser la mauvaise qualité des semences. Seules les essais de semences peuvent garantir leur qualité.

Les premiers essais ont eu lieu en 1864 en Allemagne puis en 1877 aux Pays-Bas. Le contrôle de la qualité était d'abord limité au seul aspect extérieur et à l'origine des semences mais fut bientôt complété par l'analyse de pureté et par les essais de germination couramment considérés comme les critères standards primordiaux pour l'évaluation de la qualité des semences. Des analyses furent également menées pour déterminer la propreté, la présence d'herbes de toutes sortes, la teneur en eau, la présence d'agents pathogènes, etc... D'habitude, le contrôle de la qualité lors de la production de semences, les essais, la certification et la commercialisation débutent aux champs et se poursuivent aux laboratoires d'essais.

Les services d'inspection de semences aux Pays-Bas (NAK) coopèrent étroitement avec la Station d'Essais de Semences. Tous les deux peuvent émettre les certificats mais seule la station est autorisée à émettre des certificats internationaux pour l'exportation, en accord avec les règles de l'ISTA.

L'inspection sur champ est toujours menée par les agences chargées de la certification (y compris les semences de pomme de terre). Ce sont les Services d'Inspection de Semences aux Pays-Bas (NAK) et le NAKG pour les semences de maraîchères et de plantes à fleur. Le NAK (NAKG) est un établissement fondé par les agriculteurs/cultivateurs. Il est subventionné en partie par le gouvernement et s'occupe de l'analyse des semences. En effet celles qui sont destinées à la consommation domestique sont analysées principalement dans les laboratoires régionaux du NAK tandis que les semences des plantes horticoles sont testées dans les laboratoires du NAKG dont le certificat garantit la bonne qualité des semences. Aux cas où un certificat international est exigé, l'échantillon doit être analysé par la Station d'Essais de Semences.

En plus de ces différents certificats, il existe un certificat phytosanitaire international délivré exclusivement par le Service de Protection des Plantes (qui est un institut gouvernemental). L'analyse est conduite par la Station d'Essais de Semences et par le service des semences horticoles.

## **Nouveautés en matière d'essais de semences**

La recherche de la pureté est un aspect important de l'évaluation de la qualité des semences. Dans un lot donné, les semences d'autres espèces cultivées, les graines de mauvaises herbes et les matières inertes comme les semences brisées, les balles, les débris de feuilles et les mottes de terre sont considérées être des impuretés. L'identification des semences d'autres espèces cultivées et de graines de mauvaises herbes nécessite une parfaite connaissance de la taxonomie des semences. La Station d'Essais de Semences organise dans ses laboratoires des cours de perfectionnement de deux années en taxonomie de semences et fournit des services-conseils aux techniciens des laboratoires des firmes semencières.

Les exigences en pureté ont stimulé la mise au point des systèmes de nettoyage de semences. La station possède un laboratoire de nettoyage équipé de machines à faible capacité produisant des résultats comparables à ceux obtenus dans les installations spécialisées. Les installations modernes de nettoyage prétendent produire des semences très pures à un coût raisonnable et avec un minimum de pertes en bonnes semences. Les machines ne peuvent éliminer toutes les impuretés puisque cela entraînerait également l'élimination des semences. Néanmoins, le nettoyage est vital pour assurer la production de semences de bonne qualité. L'exigence de degrés assez élevés de pureté est justifiable, sans toutefois que cette réclamation ne soit stricte outre mesure.

La faculté germinative est un autre aspect important de la qualité des semences. L'essai de germination est effectué au laboratoire dans des conditions favorables à la germination des semences. Durant le test officiel, il est très important de distinguer entre plantules normales et anormales. Les résultats du test au laboratoire et de la levée aux champs sont généralement étroitement reliés. Chaque type de semence se comporte différemment en fonction de la température, de la lumière et de la teneur en eau. Les semences sont souvent dormantes et doivent être activées avant de procéder à la détermination de leur véritable faculté de germination. Les problèmes de la biologie de la germination, de la dormance des semences, de l'anormalité des plantules, de la vigueur des semences, de l'emballage et des conditions d'entreposage nécessitent plus de recherches.

Il est très important de contrôler l'état phytosanitaire des semences lors des analyses de la qualité. Les semences peuvent transmettre un grand nombre de maladies de plantes parmi lesquelles des maladies fongiques, bactériennes, et virales. En plus, la maladie peut être portée par les semences, ce qui importe énormément au département de phytopathologie. Par ailleurs une

maladie peut être transmise par l'air ou par le sol. Ceci dépend principalement du cycle biologique de l'agent pathogène. L'importance de la transmission des agents pathogènes par les semences avait été sous-estimée dans le passé mais actuellement, les requêtes d'analyse de l'état phytosanitaire des semences ne cessent d'augmenter; la présence même négligeable, d'un agent pathogène dans les semences peut provoquer des dégâts très sévères aux cultures.

## **La Coopération Internationale**

Il est très important pour le commerce international que les mêmes méthodes d'essais de semences soient utilisées partout dans le monde. Fondée en 1921, l'Association Européenne d'Essais de Semences est devenue en 1924 l'Association Internationale d'Essais de Semences. Actuellement, l'ISTA accrédite 136 stations d'essais de semences dans 59 pays. Ces stations analysent les échantillons qui leurs parviennent conformément aux règles très détaillées de l'ISTA. Ils ont donc le droit de délivrer les certificats d'analyse de l'association. Les échanges commerciaux internationaux ont essentiellement recours au certificat orange de l'ISTA. Par ailleurs, il existe plusieurs comités techniques relevant de l'ISTA, composés de membres provenant des différents pays. Ils contribuent à améliorer les accords et les normes internationaux à travers la recherche, l'arbitrage des analyses et les discussions. Ces comités s'occupent de l'établissement des normes concernant la germination, la pureté, la teneur en eau, l'entreposage, les maladies des plantes, l'appareillage ainsi que d'autres sujets.

## **La relation entre l'amélioration génétique et les essais de semences**

L'analyse de la qualité des semences joue un rôle très important dans le développement des nouvelles variétés. Chaque phase de la production de semences d'une variété nouvelle (semences de l'améliorateur, semences de base et semences certifiées ou commerciales) exige une certaine norme de qualité. Par ailleurs, la qualité des semences en rapport avec les conditions d'entreposage et de germination est aussi importante, surtout au niveau des banques de gènes.

## **Le contrôle de la pureté variétale: Quelques méthodes spéciales de laboratoire**

---

**A.J.G. van Gastel**  
*ICARDA, BP. 5466*  
*Alep, Syrie*

### **Introduction**

La production de semences pures destinées au commerce implique que les semences épurées de l'améliorateur, supposées être pures à 100% et conformes à la variété en question sont multipliées pour plusieurs générations. Durant cette multiplication, une certaine détérioration survient. Elle est probablement due à :

- des facteurs génétiques: par exemple, une fécondation croisée indésirable, une mutation naturelle ou une ségrégation de matières insuffisamment pures.
- une contamination par les semences d'autres espèces cultivées, d'autres variétés ou de mauvaises herbes provenant des champs.
- une contamination due à l'usage de semoirs, de moissonneuse-batteuses, de remorques, etc...
- une contamination provoquée par le conditionnement des semences.

Il est probable que des problèmes surgissent lors de l'inspection sur champ, du transport, du conditionnement et de l'étiquetage. Néanmoins, la probabilité qu'une détérioration survienne est d'autant plus faible que le nombre de générations est plus petit et que les contrôles sont plus strictes. Suite à la production des semences, on procède toujours à vérifier si le lot appartient à la variété indiquée (authenticité de la variété) et si cette variété est suffisamment pure (pureté variétale).

## **Analyse de l'authenticité et de la pureté variétale**

L'analyse de l'authenticité suppose que les variétés à tester sont distinctes, homogènes et stables. Ceci dépend des traits morphologiques, physiologiques, cytologiques, chimiques et autres. Au moment de leur lancement, les variétés sont décrites sur la base de ces caractéristiques. L'analyse de l'authenticité établit si la variété est maintenue conforme à sa description originale.

On peut aussi bien examiner les semences que les plantules ou les plantes maturées. Pour analyser l'authenticité d'une variété, il faudrait toujours utiliser un échantillon standard représentatif de la variété en question. Il est quelques fois possible d'identifier la variété à l'état de semences sèches. Néanmoins, il faut toujours examiner les plantules et/ou les plantes maturées. S'il existe plusieurs variétés d'une culture donnée, les différences entre elles seraient d'autant plus réduites. Ceci rend la distinction entre les variétés sur la base des caractéristiques des semences, encore plus difficile.

## **Les catégories des variétés**

Les variétés sont classées en trois catégories: les espèces multipliées végétativement, les espèces auto-pollinisées et les espèces à pollinisation croisée. Toutes les plantes issues d'une variété multipliée végétativement sont identiques. Les variétés des espèces auto-pollinisées sont habituellement homozygotes, toutes les plantes étant plus ou moins identiques. Très peu de variations ou de ségrégations apparaissent, la plupart desquelles sont dues aux conditions ambiantes. Beaucoup d'espèces auto-pollinisées présentent un faible pourcentage de croisement qui produit des variations.

Il est souvent plus facile de décrire les variétés issues d'espèces auto-pollinisées et multipliées végétativement. Dans ce cas, le test d'authenticité des variétés est relativement facile à conduire. Les plantes issues de variétés d'espèces à pollinisation croisée ne sont pas identiques et la population présente un certain équilibre quant à la fréquence des gènes. Dans ce cas, le test d'authenticité est plus difficile à conduire et doit souvent tenir compte d'un certain pourcentage de ségrégation.

## **Les caractéristiques des variétés**

Les tests peuvent se baser sur n'importe quelle caractéristique pouvant servir à distinguer entre variété et espèce. Cependant, il est préférable de se baser sur les différences morphologiques puisqu'elles constituent les caractéristiques les plus évidentes et faciles à observer. Il convient mieux d'utiliser des caractères peu influencés par les conditions ambiantes. Les traits sont généralement les mêmes pour toutes les espèces, chacune possède

pourtant des caractéristiques qui lui sont propres. L'Union Internationale pour la Protection des Nouvelles Variétés de Plantes (UPOV) et l'Organisation de Coopération et Développement Économique (OECD 1971) ont établi des listes de caractéristiques qui peuvent servir aux tests d'authenticité des diverses espèces. L'ISTA (1973), Hervey-Murray (1980) et Milatz (1970) ont présenté une description plus détaillée de ces caractéristiques. Elle ne figure cependant pas dans ce chapitre qui traite seulement de quelques méthodes spéciales de laboratoire utilisées pour analyser l'authenticité variétale des semences et des plantules.

## Méthodes spéciales de laboratoire

Les méthodes spéciales de laboratoire (Anderson 1984, ISTA 1973, ISTA 1985, RPvZ 1964, McDonald 1985) comprennent l'utilisation de la lumière ultra-violette, des produits chimiques, du comptage de chromosomes et des tests biochimiques.

### La lumière ultra-violette

Certaines semences présentent une fluorescence lorsqu'elles sont exposées à la lumière UV (radiation UV à longueur d'onde élevée, radiations proches de la zone ultra-violette, lumière proche à l'UV (NUV)). En voici quelques exemples:

- *Avoine*: les semences jaunes de l'avoine absorbent la lumière UV tandis que les variétés à semences blanches présentent une fluorescence nette. La couleur de la graine à la lumière UV permet également de différencier entre les différentes variétés du *Hordeum*.
- *Pois*: La lumière UV est utilisée pour distinguer entre le pois potager et le pois fourrager puisque ces derniers ne présentent aucune fluorescence.
- *Févéroles (Vicia Faba)*: Le tégument de certaines variétés présente une fluorescence nette à la lumière ultra-violette (Wesemann 1962).

Une autre méthode consiste à exposer les semences en germination à la lumière UV. Voici quelques exemples:

- *Lolium*: Il est possible de distinguer entre les semences de *L.multiflorum* (ray-grass italien) et de *L.perenne* (ray-grass anglais) puisque les racines de la première espèce produisent des substances qui présentent une fluorescence à la lumière UV (Dales 1953).
- *Festuca*: Les racines de *F. rubra* (festuque rouge) présentent une fluorescence jaune-verte (en atmosphère chargée d'ammoniac), alors que

les racines de *F.ovina* présentent une fluorescence bleu-verte (Linder 1958, van der Burg et Vierbergen 1979).

- *Allium*: Les plantules de *A. cepa* (oignon) produisent des substances qui présentent une fluorescence jaune tandis que *A. porrum* (poirreau) et *A. fistulosum* (ciboules, oignon d'Espagne) présentent une fluorescence blanche. Il est possible de distinguer les plantules de *A. cepa* et *A. porrum* à cause des substances que leurs racines produisent, celles-ci présentent une fluorescence en atmosphère chargée d'ammoniac.
- *Betterave*: Les racines des diverses variétés peuvent présenter des fluorescences différentes (Eifrig et Kamra 1960).
- *Les espèces de trèfle (Trifolium) et de luzerne (Medicago)*.

### Les produits chimiques

**La soude (NaOH):** Ce produit chimique peut être utilisé pour distinguer entre le blé rouge et le blé blanc (couleur des graines). Les semences sont submergées pendant 15 à 20 minutes dans une solution de soude à 10%. Après séchage, les graines de blé rouge présentent une couleur rouge clair tandis que les graines de blé blanc présentent une couleur blanche jaunâtre.

Ce test est utilisé uniquement lorsqu'il est difficile de différencier entre les graines du fait des dégâts causés par les aléas climatiques ou par le traitement des semences. D'habitude, il est facile d'évaluer à l'oeil nu la couleur caractérisant les semences.

**Solution de détergent à la potasse:** Il est possible d'utiliser une solution de potasse KOH et de détergent domestique (5,25% NaOCl d'hypochlorite de sodium: eau de javel) préparée dans les proportions 1:5 pour différencier entre les variétés de sorgho. Les semences sont trempées dans la solution pendant 5 à 10 minutes. Celles qui contiennent de l'acide tannique à l'intérieur du testa (couche située directement sous l'enveloppe) deviennent plus sombres tandis que les semences dépourvues d'acide tannique restent claires.

**Dichromate de Potassium:** La solution de  $K_2C_2O_7$  à 1% permet de distinguer entre les semences de pois potager et de pois fourrager. la soude peut également être utilisée.

**Solution de Lugol:** Cette solution (Iode + Potassium + Eau) est utilisée pour distinguer entre les variétés de *Lupin Lupinus* sur la base de la présence ou l'absence d'alcoïdes (Bevas 1963).

**HCL:** Le test à l'acide chlorhydrique HCl peut être utilisé pour différencier entre l'avoine jaune et l'avoine blanche lorsque le test de fluorescence

s'avère peu fiable et ce pour les semences endommagées par les aléas climatiques ou le conditionnement.

Par ailleurs, l'acide chlorhydrique peut être utilisé pour différencier entre les semences de concombre (*Cucumis sativus*) et de melon (*C.melo*). Les semences sont traitées avec une solution normale de HCl (1n) pendant 1 heure et demi à 2 heures, les semences de melon se colorent plus fortement (jaune-orange) (Steinberger 1961).

Une solution d'acide chlorhydrique (ou de NaCl) à 1% sert également à rendre la couleur des coléoptiles de céréales plus intense. Cette solution est ajoutée au papier filtre sur lequel les semences sont entrain de se développer.

**Coloration de la couche d'aleurone:** En dessous du testa, les graines d'orge présentent une couche d'aleurone qui contient probablement des chromoplastes. Ceux là peuvent se colorer à l'aide d'un test chimique (Day 1977) qui consiste à tremper les semences pendant 12 à 16 heures dans de l'acide sulfurique à 50% et puis pendant 4 heures dans une solution de HCl à 10% (33%) et de méthanol à 90% , à une température de 40°C.

**DDT:** Les plantules des divers variétés de céréales réagissent différemment au DDT. Les plantules sont vaporisées au stade de deux feuilles avec une suspension de DDT. Ce traitement est répété une semaine plus tard. Certaines variétés développent une chlorose (ou meurent) tandis que les autres ne sont pas affectées. Cette méthode n'est pas utilisée souvent parce que le DDT est un produit chimique dangereux et qu'il est banni de nombreux pays.

### **Le comptage des chromosomes**

La détermination du nombre de chromosomes présents dans les pointes des racines est une méthode des plus concluante permettant de différencier entre les variétés ayant différents niveaux de ploïdie (herbes, betterave, blé). Cette méthode est cependant longue et difficile à entreprendre.

La dimension de la semence indique souvent le niveau de ploïdie. Ainsi, le triage des semences en fractions de dimensions différentes permet de séparer les variétés en fonction des différents niveaux de ploïdie. La détermination du nombre de plastides présentes dans les stomates constitue une autre méthode permettant de déterminer le niveau de ploïdie.

### **Méthodes biochimiques**

Diverses méthodes sérologiques, électrophorétiques et chromatographiques peuvent également être utilisées pour distinguer entre les

variétés. Ces méthodes sont néanmoins très longues et très onéreuses et nécessitent beaucoup d'habileté. Chez nombreuses espèces, la chromatographie et l'électrophorèse sur couche mince ont été utilisées pour distinguer entre les différentes variétés. Celles-ci possèdent en effet des modèles spécifiques d'isoenzymes (Anderson 1984).

**Phénol:** Le test au phénol est le plus commun pour distinguer entre les différentes variétés de blé. Les études biochimiques des réactions de coloration au phénol montrent l'intervention de l'enzyme tyrosinase utilisant le phénol comme substrat. Il s'agit d'un procédé d'oxydation qui se produit dans les couches superficielles de la semence.

On trempe les graines dans de l'eau distillée pendant 24 heures, on laisse égoutter puis on ajoute du phénol à 1%. La face ventrale de la semence devrait être retournée vers le bas et la solution ne devrait pas recouvrir complètement les graines. Après 4 heures (en plus des 24 premières), on procède à l'évaluation de l'intensité de la coloration. Une note est donnée sur une échelle de 0 à 9 pour cette caractéristique de la variété. Les glumes les plus basses peuvent produire une coloration spécifique au phénol.

Ce test peut également être utilisé pour les semences décortiquées d'avoine et pour certaines semences d'herbes (*ray-grass* et *paturin*). Il est moins approprié pour l'orge qui se colore de façon très irrégulière. Le phénol a été utilisé également pour distinguer entre la chicorée (*Cichorium intybus*) et l'endive (*C. endiva*) en traitant les embryons avec une solution à 0,5%.

**Péroxydase:** Certaines variétés de soja peuvent être classées à l'aide du test des téguments à la peroxydase. Les téguments qu'on a séparé des semences sont traités avec une solution de peroxydase d'hydrogène à 0,1% (McDonald 1985).

## Bibliographie

- Andersson, G. 1984. Cultivar identification. *Advances in Research and Technology of Seeds*. Part 9: 9-24. PUDOC. Wageningen, The Netherlands.
- Bevas, R.E. 1963. A rapid method for determining percentages of bitter seed during germination testing of lupins. Georgia Experimental Station, University of Georgia, Georgia, USA.
- Dales, H. 1953. Technique of the Gentner fluorescence test, a suggested modification. *Proc. ISTA* 18: 263-266.
- Day, K.L. 1977. A method for the evaluation of pigmentation of the aleurone layer of barley. *Journal of the NIAB* 14 (2).

- Eifrig, H. and Kamra, S.K. 1960. On the distinction of sugar beets, sugar-fodder beets (*Beta vulgaris*) and Mangold in the laboratory. Proc. ISTA 25:298.
- Hervey-Murray, C.G. 1980. The identification of cereals varieties. RHM Arable Services Ltd.
- ISTA (International Seed Testing Association). 1973. Handbook of seed testing. Testing for genuineness of cultivar. ISTA. Zurich, Switzerland.
- ISTA (International Seed Testing Association). 1985. International rules for seed testing. Rules and Annexes 1985. Seed Science and Technology 13:299-513.
- International Union for the Protection of New Varieties of Plants. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability. UPOV, Geneva, Switzerland.
- Linder, H. 1958. Eine einfache und sichere Methode zur serienmaessigen Unterscheidung des Spelzfruechte von *Festuca rubra* and *Festuca ovina*. Zeitschr. f. Landwirtsch. versuchs u Untersuchungswesen 4: 411-416.
- McDonald, M.B. 1985. AOSA cultivar purity subcommittee report. AOSA Newsletter 59: 40-57.
- Milatz, R. 1970. Kriterien der Getreidearten Einschliesslich Mais und ihre Bewertung zur Sortenidentifizierung. Verband Deutscher Pflanzenzuechter e.V., Bonn, Germany.
- OECD. 1971. OECD standards, schemes and guides relating to varietal certification of seed. Proc. ISTA 36:349-5 76.
- RPvZ. 1964. Onderzoek van zaaizaden. Methodiek en achtergrond. RPvZ, Wageningen, The Netherlands.
- Steinberger, J. 1961. Methoden zur Unterscheidung von Gurken-und Melonsamen. Sattgut 12: 342-343.
- Van der Burg, W.J. and Vierbergen, G. 1979. Distinguishing *Festuca rubra* and *Festuca ovina*. Seed Science and Technology 7: 569.
- Wesemann, E. 1962. Moeglichkeiten der Unterscheidung von Sorten bei *Vicia faba major* L. am Samen. Proc ISTA 27: 557-562.

## Une introduction au nettoyage des semences

---

**W.J. van der Burg et H. van de Scheur**  
*Station Gouvernementale d'Essais de Semences,*  
*BP. 9104, 6700 He Wageningen,*  
*Les Pays-Bas*

### **Introduction**

Le nettoyage des semences est un des moyens les plus efficaces pour assurer l'obtention de semences de qualité supérieure. Un nettoyage effectué à l'aide de bonnes machines et de méthodes appropriées permet d'augmenter la pureté et la faculté germinative des semences, de réduire le nombre de semences d'espèces étrangères et souvent aussi le nombre de semences malades. En plus, il améliore la qualité visuelle, commerciale et culturale du lot de semences. Les semences récoltées doivent toujours être nettoyées puisqu'elles contiennent inévitablement des semences vides, ratatinées, prématurées et/ou malades; des fragments de fruits, de paille et de balles; des mottes de terre et fréquemment des graines de mauvaises herbes et d'autres plantes cultivées.

Il faudrait installer des stations de nettoyage bien équipées dans les différentes régions du pays. De nombreux industriels sont en mesure d'installer une station complète de nettoyage et former leur personnel à l'opération des machines. De tels projets "clé en main" sont généralement beaucoup plus efficaces que ceux où un personnel local entreprend lui même l'installation et la formation.

### **Les machines de nettoyage de semences: principes de fonctionnement**

#### **1- Nettoyeur-séparateur à ventilateur incorporé:**

C'est la machine la plus importante, "coeur" de chaque station de nettoyage. Elle effectue deux séparations à l'aide de cribles à tamis et d'un mécanisme d'aspiration (d'air ou de "vent").

**La machine:** La plupart des nettoyeurs-séparateurs sont composés d'un crible vibrant, d'une boîte contenant les tamis et d'un ou de plusieurs canaux fixes d'aspiration. La meilleure séparation est obtenue lorsque le crible ou les deux cribles contiennent quatre tamis ou plus (Fig.1). Les tamis peuvent être utilisés en double séries afin d'améliorer leur pouvoir de nettoyage ou bien en quatre tamis indépendants (les trous ayant quatre dimensions différentes) dans le but d'obtenir un effet maximum. La figure 2 présente trois alternatives pour l'utilisation de quatre tamis de deux, trois ou quatre types différents. Les machines à deux séries identiques de tamis sont dotées d'un plus grand pouvoir de nettoyage tandis que les machines munies de quatre tamis différents sont les plus efficaces à éliminer presque toute sorte d'impuretés.

**Les cribles:** Fabriqués à partir de différentes sortes de matières, les tôles en fer sont les plus communes (Les tôles en zinc ou en acier inoxydable sont disponibles aussi). Les tôles sont perforées de trous ronds, oblongs ou triangulaires (Fig.3).

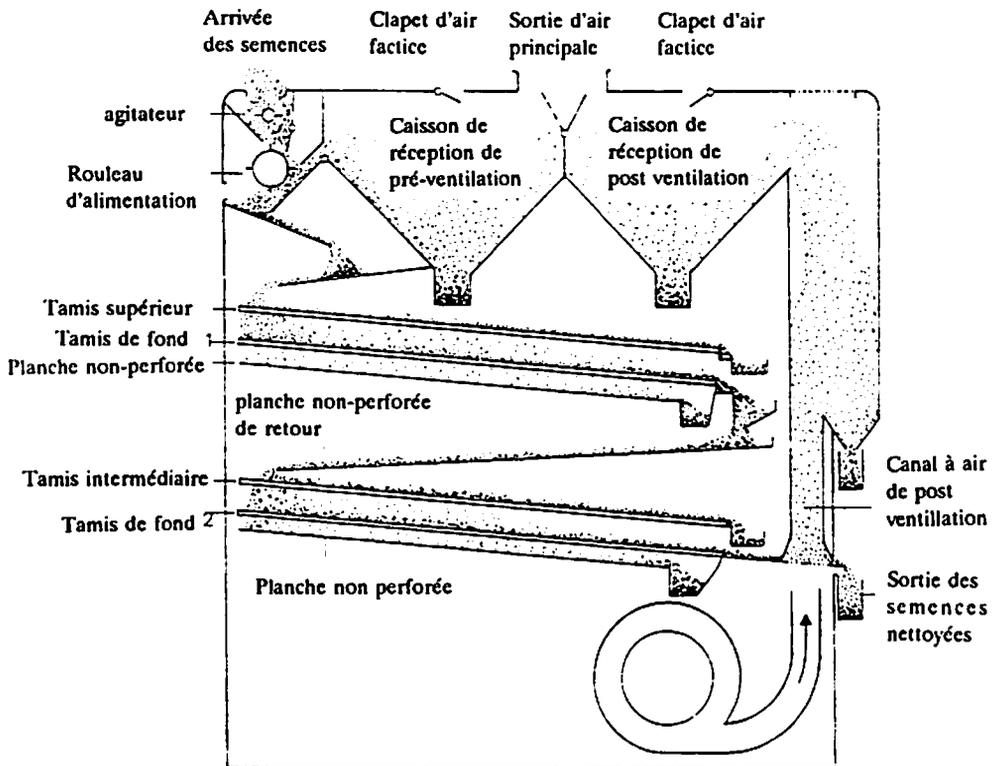
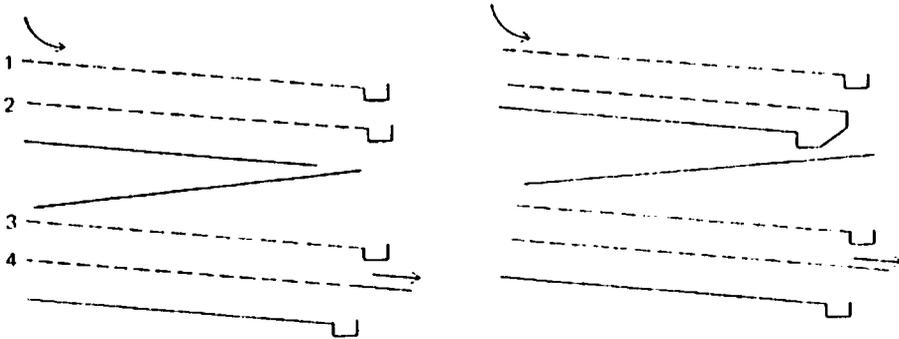


Fig. 1. Nettoyeur-séparateur sophistiqué à ventilateur incorporé, muni de pré et post aspiration et de quatre tamis (deux tamis inférieurs, un tamis intermédiaire et un tamis supérieur.)

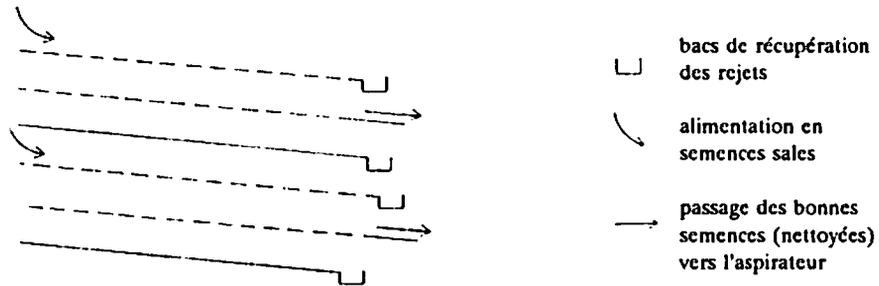
**Les trous ronds :** La dimension du tamis est classé en fonction du diamètre des trous, une tôle dont les trous ont 1,0 mm de diamètre est considérée être un tamis à trous ronds de 1,0 mm. La dimension peut également être spécifiée en pouces.

**Les trous oblongs :** La dimension du tamis est déterminée par la largeur des trous oblongs ou en rainures; par exemple, une tôle dont les trous sont larges de 1,0 mm et longs de 15 mm est considérée être un tamis de 1,0 mm à trous oblongs ou en rainure. La dimension peut également être spécifiée en pouces.



**a. L'emploi de quatre tamis différents;** les bonnes semences passent à travers les trois tamis (1,2 et 3) et le tamis de fond.

**b. L'emploi de trois tamis différents;** les bonnes semences passent à travers deux tamis (1 et 3) et deux tamis de fond (2 et 4)



**c. L'emploi de deux tamis différents;** les bonnes semences passent à travers un tamis (1 ou 3) et deux tamis de fond (2 ou 4)

**Fig. 2.** Trois modes d'utilisation d'une machine de nettoyage à quatre tamis.

**Les trous triangulaires :** La longueur des côtés d'un triangle équilatéral est exprimée en unités de 1/64 pouce; par exemple, les côtés des trous d'un tamis triangulaire No. 8 sont longues de 8/64 pouce. Les tamis à trous triangulaires

sont principalement utilisés pour éliminer les semences de *polygonum* des semences de *Spinacia oleracea* et de *Beta vulgaris*.

Outre les tôles en fer, on peut utiliser également les mailles. Les tamis à mailles sont classés en fonction du nombre d'orifices par pouce; par exemple, le No. 20 comporte 20 orifices par pouce.

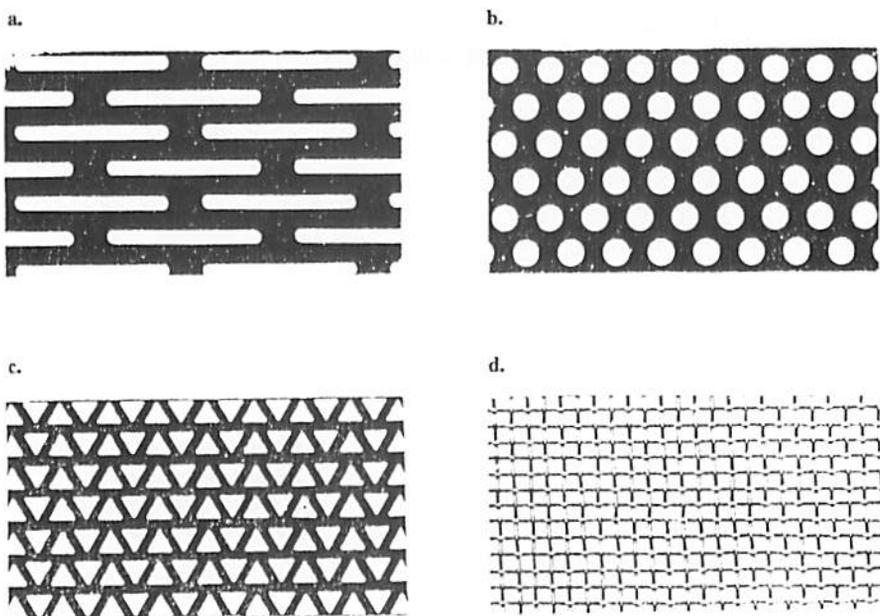


Fig. 3. Différents types de perforations. a: à rainures (oblongues); b: rondes; c: triangulaires; d: à mailles.

Les divers types de tamis sont utilisés pour séparer les différentes sortes de semences et de mélanges. Les lots de semences contiennent des particules rondes (minces ou épaisses) et oblongues (minces ou épaisses). Les trous des tamis supérieurs sont ronds et permettent ainsi de séparer les tiges longues et les semences. Lorsque les semences glissent sur des tamis pareils, les particules longues sont séparées des particules courtes pourvu que la différence en longueur soit considérable. Encore plus, les trous ronds séparent toute sorte de particules en fonction de leur largeur et les particules rondes en fonction de leur diamètre (Fig.4). Le procédé est d'autant plus efficace que les semences sautillent au lieu de glisser sur le tamis. Ceci peut être induit en battant le crible automatiquement à l'aide d'une batteuse (marteau) ou de boules en caoutchouc lestées placées dans un réceptacle spécial en dessous du crible (Fig.5).

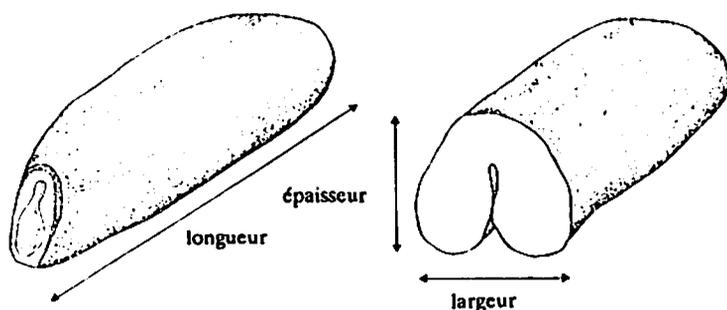


Fig. 4. Dimension d'un grain de céréales

Le battage permet également de déloger les graines coincées dans les perforations. Les brosses mobiles au dessous des cribles permettent d'obtenir le même résultat tout en offrant aux semences l'avantage de ne pas avoir à rebondir.

Les trous oblongs séparent les particules en fonction de leur épaisseur, et les semences rondes en fonction de leur diamètre. Le tableau 1 résume les fonctions des tamis à trous ronds et oblongs, munis ou non de marteaux ou de brosses.

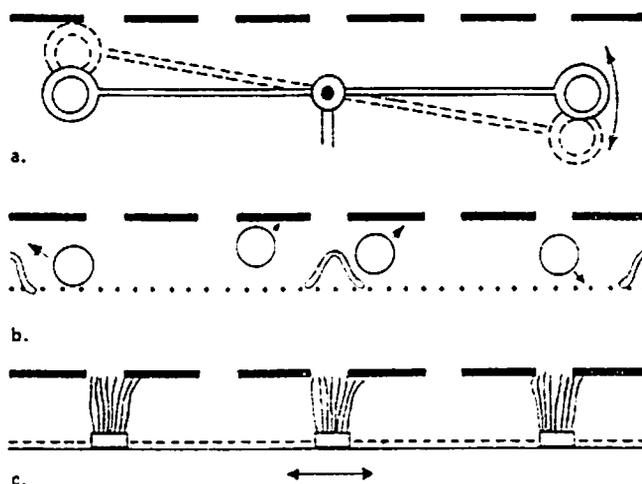


Fig. 5. Trois possibilités pour un nettoyage-séparation continu. a: en utilisant un marteau (bateur); b: à l'aide de boules en caoutchouc; c: à l'aide de brosses.

En général, les tamis à mailles ne sont pas utilisés pour nettoyer les semences agricoles puisque les trous ont habituellement des dimensions différentes. Ils ont cependant l'avantage d'avoir une grande surface totale d'ouvertures considérée comme surface effective du tamis, plus ou moins 50% de la surface est en ouvertures. Ce pourcentage est plus réduit pour les tamis

à trous ronds, oblongs et triangulaires et ceci en fonction du mode d'arrangement des trous. Toutefois, les tamis à mailles sont utilisés pour les semences de petites dimensions telles que les semences des plantes à fleur. (le tableau 2 fournit plus de détails concernant les dimensions des tamis).

Tableau 1. Les fonctions des tamis à trous ronds et oblongs.

Forme de la particule	Sans marteaux ou boules (avec ou sans nettoyage à brosses)		Munis de marteaux ou boules	
	Trous ronds	Trous oblongs	Trous ronds	Trous oblongs
Courte et épaisse		-->		-->
Longue et épaisse	-->	-->		-->
Courte et mince				
Longue et mince	-->			

| = passe à travers le tamis

--> = reste sur la surface du tamis

Note: Le fonctionnement des tamis à trous oblongs n'est pas influencé par l'action des marteaux ou des boules. Sur un tamis à trous ronds muni de marteaux, seules les particules plus larges que les trous sont retenues (ceci n'est pas représenté dans le diagramme).

*L'aspirateur:* Les nettoyeurs-séparateurs munis d'un aspirateur sont en mesure de séparer d'une part les impuretés légères telles que les semences vides ou à demi pleines, les enveloppes grossières, les glumes et d'autre part les semences. Les machines les plus puissantes sont munies d'un aspirateur double (Fig.1), un canal de pré-aspiration absorbe les impuretés avant que les semences n'arrivent aux tamis et un canal de post aspiration ou système de soufflage élimine les impuretés qui restent après passage des semences à travers les tamis. Il faudrait prendre soin de ne pas ajuster trop strictement la pré-aspiration, seules les impuretés devraient être éliminées et non les semences. La pré-aspiration a pour but de réduire le volume du travail de façon à rendre les tamis plus efficaces. Quant à la post-aspiration, il faudrait l'ajuster de façon à éliminer les semences vides et celles de moindre qualité et non pas la paille ou les fragments de tiges qui sont supposés être éliminés par les

tamis. Si les fragments de paille et de tiges subsistent toujours, il faudrait remplacer le tamis à trous ronds par un autre de dimension plus petite ou autrement remplacer le tamis à trous oblongs par un autre à trous ronds.

Dans certains cas, les aspirateurs ne sont pas incorporés aux tamis. Ils servent le plus souvent à pré-nettoyer les plantes à semences pesantes telles que les semences de pois ou d'haricot qui contiennent en plus, de grandes quantités de débris légers. Une fois que les semences ont passé à travers l'aspirateur, elles sont orientées vers le nettoyeur-séparateur à ventilateur incorporé.

## 2- Le trieur à alvéoles (Disque dentelé)

Tandis que les tamis du nettoyeur-séparateur à ventilateur incorporé séparent les semences principalement en fonction de leur largeur et de leur épaisseur, le trieur à alvéoles (ou disque dentelé) (Fig. 6 et 7) les sépare en fonction de leur longueur. Puisqu'il existe toujours des impuretés plus longues ou plus courtes que les semences de la plante cultivée (spécialement les graines cassées et les graines de mauvaises herbes), cette machine est presque toujours indispensable.

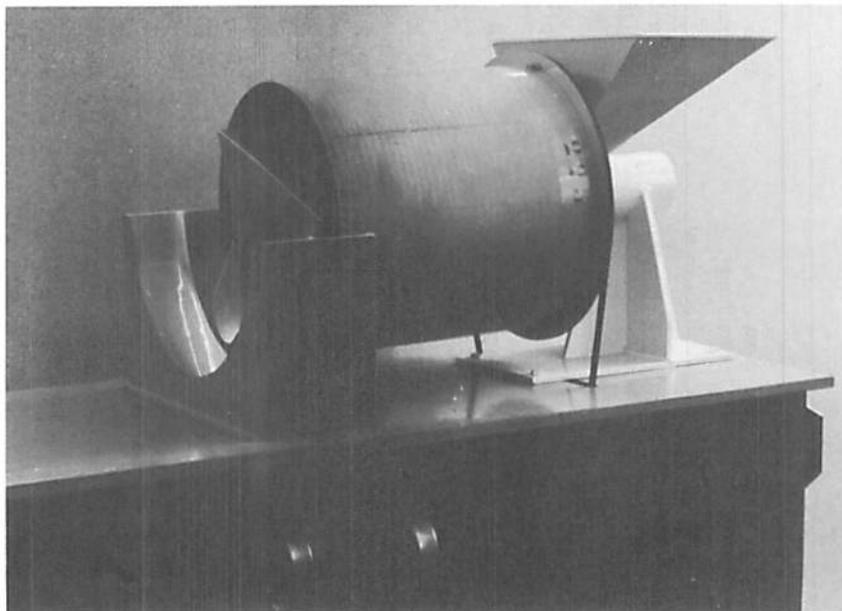


Fig. 6. Disque dentelé (trieur à alvéoles). Modèle utilisé au laboratoire, l'auge ajustable est clairement visible.

Tableau 2. Spécifications concernant les tamis et les trieurs à alvéoles utilisés dans le processus de nettoyage (toutes les dimensions sont en mm).

No.	Nom commun	Nom Scientifique	tamis supérieur	Intermédiaire		tamis de fond	Trieur à alvéoles
				tamis supérieur	tamis inférieur		
1	Orge	<u>Hordeum vulgare</u>	6,5 R	4,5 R	4,0 B	2,1 -2,4 B	5,5 -6,5
2	Fève	<u>Vicia faba var. major</u> *	10,0-12,0 R	-	-	5,5 -6,0 B	-
3	Haricots	<u>Phaseolus vulgaris</u>	10,0 R	-	-	3,75-4,5 B et	-
4	Soja	<u>Glycine max</u>	9,0 R	-	-	3,0 -4,0 R	4,25-5,5 R
5	Betterave, potagère et rouge	<u>Beta vulgaris</u>	9,0 R	8,5 R	7,6 R	2,0 -3,0 R	-
6	Betterave sucrière et fourragère	<u>Beta vulgaris</u>	8,0 R	-	-	3,2 R	-
7	Salsifis noir	<u>Scorzonera hispanica</u>	7,0 R	2,7 B	2,6 B	1,0 B	4,5
8	Choux	<u>Brassica oleracea</u>	2,7- 3,4 R	2,5-3,2 R	2,3-3,0 R	0,9-1,1 B	-
9	Carotte	<u>Daucus carota</u>	4,9 R	4,1 R	2,2 B	1,3 R	1,75-2,5 et 4,5 -6,5
10	Carotte	<u>Daucus carota</u>	2,8 R	2,5 R	1,3 B	1,0 R	1,5 -2,5 et 3,5 -5,5
11	Céleri	<u>Apium graveolens</u>	1,8 R	1,6 R	1,5 B	0,4 R	1,5 -2,5
12	Pois-chiche	<u>Cicer arietinum</u>	8,0-1,0 R	-	-	4,0 -5,0 B et 5,0 -5,5 R	-
13	Chicorée	<u>Cichorium intybus</u>	2,8 R	1,8 B	1,5 B	0,7 B	2,5 -3,25
14	Ciboulettes	<u>Allium schoenoprasum</u>	3,2 R	2,5 R	2,4 R	1,2 B	-
15	Trèfle rouge	<u>Trifolium pratense</u>	2,5 R	2,4 R	1,5 B	1,0 -1,2 R	2,5
16	Trèfle blanc	<u>Trifolium repens</u>	1,5 R	1,4 R	0,9 B	0,8 R	-
17	Pois du Brésil; haricot vert	<u>Vigna unguiculata</u> *	6,0-8,0 R	-	-	3,0 -3,3 B	-

18	Lin	<u>Linum usitatissimum</u>	5,0 R	1,7 B	1,4 B	1,8 -2,0 R	3,5
19	Haricot Mungo	<u>Phaseolus mungo</u>	6,0 R	-	-	3,0 -3,2 B	-
20	Haricot de la basse Nunie	<u>Phaseolus radiatus</u>	5,0 R	-	-	2,8 -3,2 B	-
21	Poireau	<u>Allium porrum</u>	3,8 R	2,8 R	2,7 R	1,5 R	-
22	Lentilles (larges)	<u>Lens esculenta</u>	8,0 R	-	-	5,5 -6,5 R	-
23	Lentilles (petites)	<u>Lens esculenta</u>	5,0 R	-	-	3,0 -3,5 R	-
24	Lupin jaune	<u>Lupinus luteus</u>	6,25 R	6,0 R	5,0 R	3,0 B	-
25	Mais	<u>Zea mays</u>	-	-	-	2,5 B	5,5 -8,0
26	Melon	<u>Cucumis melo</u>	5,0 O	3,5 B	3,0 B	3,5 R	-
27	Avoine	<u>Avena sativa</u>	7,5 R	3,2 B	3,1 B	1,8 -2,2 B	7,0 -8,0
28	Oignon	<u>Allium cepa</u>	4,0 R	3,0 R	2,9 R	1,8 R	-
29	Persil	<u>Petroselinum crispum</u>	2,8 R	2,2 R	1,6 B	0,6 -0,75 R	2,0 -3,0
30	Pois	<u>Pisum sativum</u>	9,0-10,0 R	-	-	3,75-4,5 B et 4,25-6,5 B	-
31	Pavot	<u>Papaver somniferum</u>	1,5 R	1,4 R	1,3 R	0,3 B	-
32	Radis	<u>Raphanus sativus</u>	5,0 R	4,5 R	3,8 R	1,3 -1,4 B	4,5 -5,5
33	Navette	<u>Brassica napus</u>	3,4 R	3,2 R	3,0 R	0,9 -1,1 B	-
34	Colza	<u>Brassica napus</u>	3,2 R	2,8 R	2,3 R	0,9 -1,0 B	-
35	Riz	<u>Oryza sativa</u>	6,0- 7,5 R	-	-	1,8 -2,1 B	5,5
36	Seigle	<u>Secale cereale</u>	6,25 R	3,3 R	3,2 B	1,8 -2,0 B	5,0 -6,0
37	Epinard (semences à épines)	<u>Spinacea oleracea</u>	9,0 R	8,5 R	7,6 R	2,7 -2,8 R	8,0
38	Epinard (semences rondes)	<u>Spinacea oleracea</u>	4,9 R	4,8 R	4,5 R	2,3 -2,4 R	4,5 -5,5
39	Courge	<u>Cucumis pepo</u>	8,0 B	7,5 B	6,5 B	6,0 R	-
40	Tomate	<u>Lycopersicon lycopersicum</u>	4,7 R	4,5 R	4,0 R	1,8 -2,2 R	6,5
41	Navet	<u>Brassica rapa</u>	3,2 R	2,8 R	2,3 R	0,9 B	-
42	Blé	<u>Triticum aestivum</u>	6,25 R	4,5 B	4,25 B	2,0 -2,5 B	5,5 -7,0

R = trous ronds; B = trous oblongs.

\* Les grandes différences entre les variétés rendent presque impossible l'indication des bonnes dimensions des tamis

*Deux modes d'utilisation du trieur à alvéoles:* Les dentelures appelées également cellules ou poches, soulèvent les particules jusqu'à une certaine hauteur. Arrivées à ce point, les particules tombent hors des cellules. Les cylindres sont animés d'une vitesse de rotation fixe, de façon à ce que les particules d'une dimension particulière tombent toujours hors des cellules lorsqu'elles atteignent une hauteur donnée à l'intérieur de ce même cylindre.

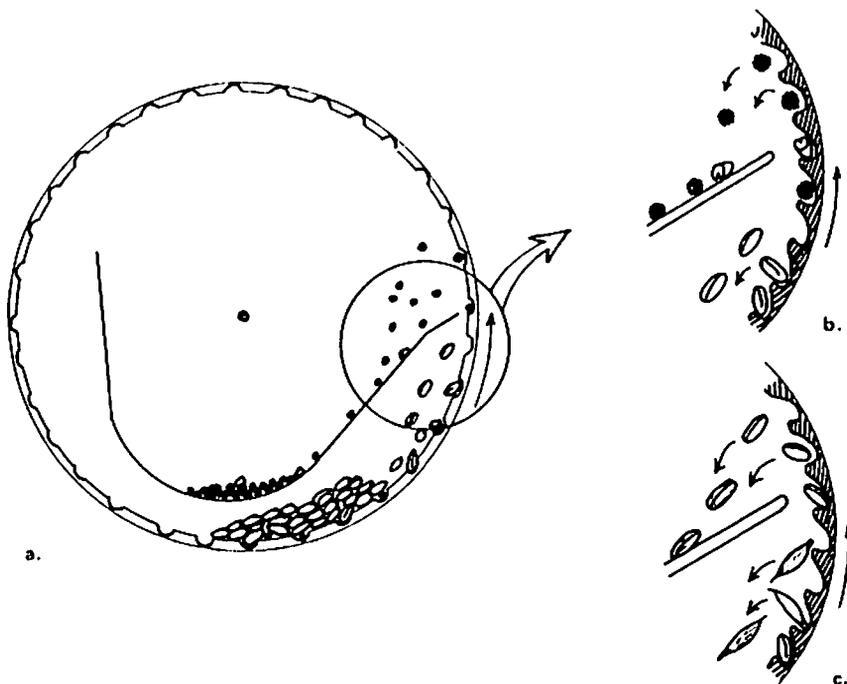


Fig. 7. a: Principe de fonctionnement du trieur à alvéoles; b: application aux graines rondes; c: application aux graines longues.

Les particules les plus longues tombent les premières ou à une hauteur plus basse. On obtient facilement une séparation si on place un plateau à cette hauteur.

On peut très bien utiliser la machine de deux façons différentes: Lorsqu'il s'agit de nettoyer des graines rondes, les impuretés les plus courtes sont soulevées et les semences longues des plantes cultivées restent en bas tandis que pour les graines longues, les semences sont soulevées et les impuretés de grande taille restent en bas. Il convient d'utiliser des cellules de plus grande dimension lorsque le même genre de graines longues est nettoyé pour deux

fois consécutives. En effet, le risque de perdre les bonnes semences est d'autant plus grand que les graines sont longues. Si les semences ne sont pas soulevées, elles sont déchargées en même temps que les impuretés de grande taille, ce qui réduit le volume nettoyé par unité de temps lorsqu'il s'agit de nettoyer les graines longues.

Afin de maintenir le flux des matières à travers le nettoyeur-séparateur à ventilateur incorporé, il est nécessaire d'avoir deux cylindres (trieurs à alvéoles) pour graines longues. La Fig.8 montre le flux de semences à travers cette combinaison de machines.

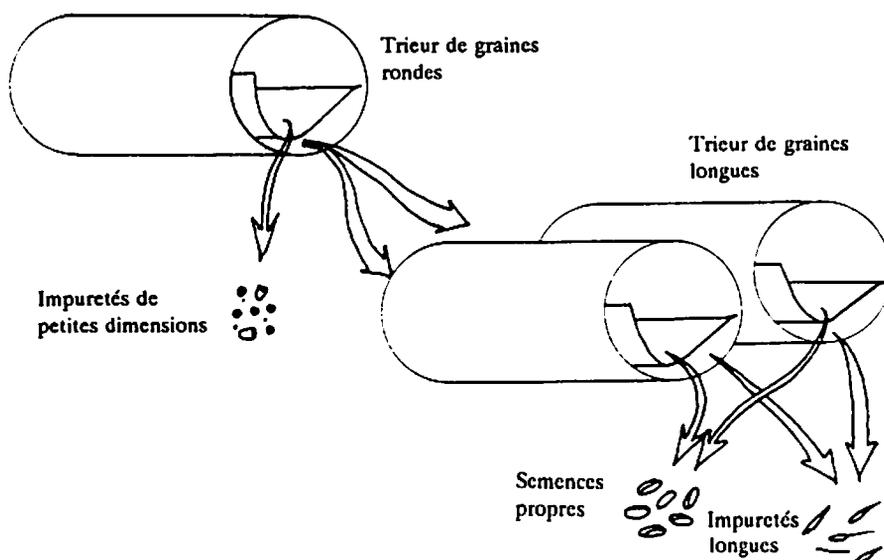


Fig. 8. Le flux des semences à travers l'arrangement normal d'un trieur à alvéoles pour graines rondes et de deux trieurs à alvéoles pour graines longues.

Pour plusieurs cultures, l'utilisation du nettoyeur-séparateur à ventilateur incorporé en combinaison avec le trieur à alvéoles produit un lot de semences propres. Ces deux machines séparent les semences en fonction de toutes leurs caractéristiques importantes (séparation à air).

Dans certains cas, spécialement lorsque les normes exigées sont très élevées, il faut avoir recours à des machines supplémentaires qui se servent de façon plus extensive des caractéristiques des semences. (par exemple les machines à tamis longs, les cribles vibratoires, les machines à cribles cylindriques et les séparateurs à gravité spécifique). Ces machines spécialisées ne sont rentables que dans certains cas particuliers.

### 3- Séparateur à gravité spécifique

Au cas où la faculté germinative des semences n'a pas encore atteint le minimum requis ou si une faculté germinative très élevée est requise, il serait nécessaire de chercher à améliorer la qualité des semences même après qu'elles aient été complètement nettoyées.

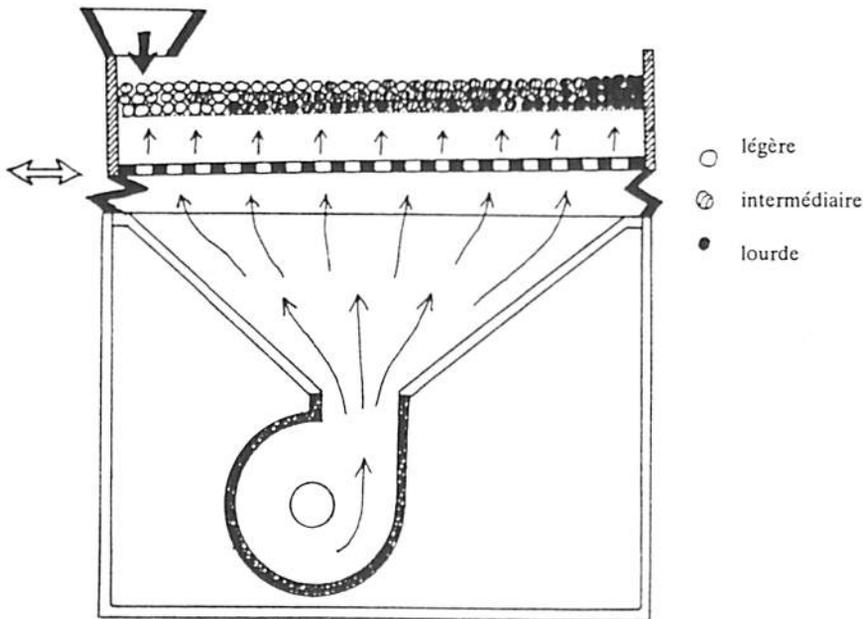


Fig.9. Principe de fonctionnement du séparateur à gravité spécifique.

Quelques impuretés, telles que les particules de dimensions exactement égales à celles des semences et qui sont impossibles à éliminer en utilisant la série ordinaire de machines de nettoyage pourraient toujours persister. Dans ce cas, il convient de repasser les semences à travers le séparateur à gravité spécifique. Le fonctionnement de cette machine requiert prudence et expérience. Les semences appartenant aux catégories de densités les plus élevées sont généralement de meilleure qualité. (Les mottes de terre dont les densités sont bien plus élevées que celles des semences peuvent être ainsi éliminées).

Le séparateur à gravité spécifique est alimenté en semences de façon à former une couche épaisse de 3 à 5 semences (Fig. 9 et 10). Le pont vibratoire pousse les semences vers le haut (de gauche à droite dans les figures) mais

puisque l'air circule de façon égale tout ou long du pont, seules les semences les plus lourdes le touchent et sont donc poussées vers le haut tandis que les semences les plus légères vont plus ou moins descendre en flétant sur les semences les plus lourdes. Il est possible de combiner plusieurs sorties de façon à ramasser séparément les semences nettoyées et les matières dégradées. De même, il est possible de séparer les semences en différentes catégories.

#### 4- Machines spéciales de nettoyage

Les fonctions des machines décrites ci dessous sont très particulières, par conséquent, leurs applications sont limitées.

*La ceinture trieuse (ruban trieur, moulin à drap):* Cette machine consiste en un bloc d'alimentation qui verse les semences sur une ceinture en rotation continue. La vitesse de rotation de la ceinture est ajustée à l'aide d'un variateur, son angle d'inclinaison est également ajustable. Les ceintures en toile ou en caoutchouc sont convenables.

Les semences lisses glissent à contre-sens de la rotation, les semences ou particules rugueuses comme les tiges qui ne peuvent rouler facilement sont transportées vers le haut (Fig.11). Le triage dépend de la forme, du poids, et de la structure de la surface des semences ainsi que de l'inclinaison, de la vitesse et de la matière qui constitue la ceinture. La nature de la ceinture à utiliser (toile ou caoutchouc) est déterminée en fonction des espèces de semences et des matières étrangères à séparer. La ceinture trieuse est particulièrement adaptée à séparer les tiges et les semences de betterave ainsi qu'à nettoyer les semences des plantes à fleurs.

*Le séparateur en spirale:* Le séparateur en spirale permet de classer les semences selon leurs formes et leur facilité de roulement. Il est constitué de plusieurs couches de bandes métalliques arrangées autour d'un axe central en forme de spirale (Fig.12). L'unité ressemble à un convoyeur ouvert à vis, placé en position verticale. Les semences sont introduites au sommet interne de la spirale. Les semences rondes roulent vers le bas de la pente plus vite que les semences plates ou celles à formes irrégulières, lesquelles ont tendance à glisser ou à culbuter. L'orbite des semences rondes augmente avec l'accélération de la vitesse au cours de la trajectoire autour de l'axe jusqu'à ce qu'elles se retournent sur les bords de cette trajectoire et l'abandonnent pour une autre externe où elles sont collectées séparément. Les semences qui ne glissent pas facilement n'atteignent pas une vitesse suffisante qui leur permet d'échapper à la trajectoire interne. La plupart des spirales possèdent de multiples trajectoires internes arrangées l'une au dessus de l'autre de façon à augmenter leur capacité.

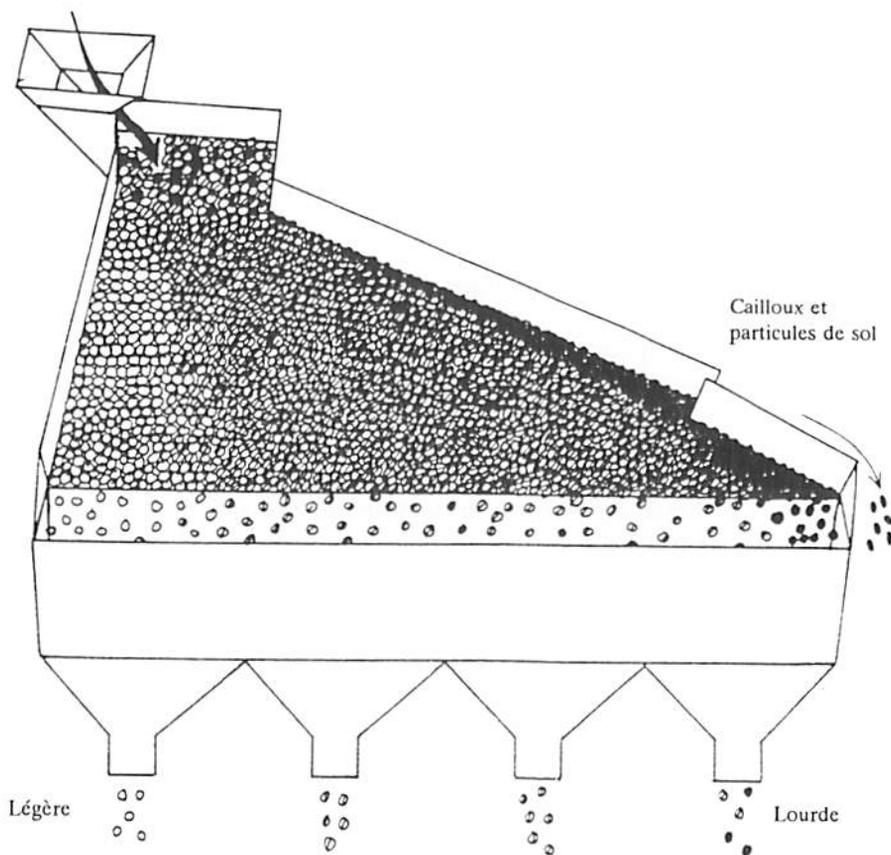


Fig. 10. Séparateur à gravité spécifique muni d'un pont triangulaire permettant de distinguer les différentes fractions: une fraction légère, deux intermédiaires et une lourde. La cinquième sortie latérale est utilisée lorsque des particules de terre (par exemple des mottes d'argile) sont présentes.

*Le séparateur magnétique (tambour magnétique):* Le séparateur magnétique sépare les semences en fonction de la texture de leur surface ou d'autres caractéristiques relatives. Les semences sont tout d'abord traitées avec de la limaille de fer qui adhère seulement aux semences rugueuses. Le lot de semences ainsi traité passe sur le tambour magnétique en rotation; les particules enveloppées de limaille de fer seront attirées vers le tambour et séparées des semences lisses non enveloppées (Fig.13).

Il conviendrait d'ajouter des quantités variables d'eau en mélangeant les semences à la poudre, ceci dépend du type de semences. Dans tous les cas, l'efficacité de la séparation magnétique dépend des constituants du lot de semences, de la poudre et de l'eau utilisés lors du traitement. La séparation des semences est d'autant plus efficace que la différence entre les textures de la surface des constituantes du lot est grande.

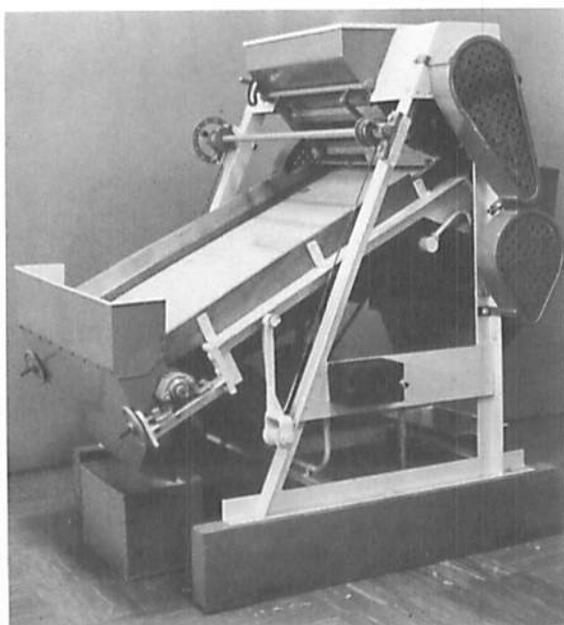
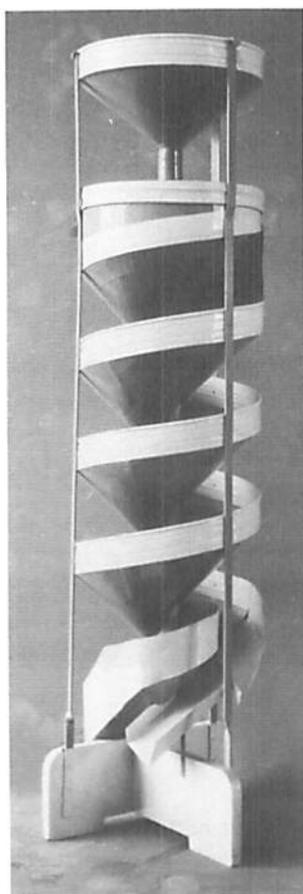


Fig. 11. Ceinture trieuse

Fig. 12. Séparateur en spirale.

La machine est utile pour séparer la stellaire intermédiaire *stellaria media* (céraste gazonnante) des trèfles et de la luzerne (alfalfa), *la cuscuta* (cuscute) des trèfles et de la luzerne et la *sinapis arvensis* (moutarde des champs) des *Brassica spp.*

*Les séparateurs de couleur:* Le séparateur de couleur est utilisé pour les semences décolorées, en général de qualité inférieure, de pois, d'haricot et de fèves. La séparation en fonction de la couleur est nécessaire parce que la densité et les dimensions des semences décolorées sont identiques à celles des semences saines. Par conséquent, les autres machines sont incapables de les séparer. La séparation de couleur par moyen électronique se fait à l'aide de cellules photoélectriques qui comparent la couleur des semences à des plaques de fonds sélectionnées de façon à refléter la même lumière que les bonnes semences. Les semences de couleurs différentes sont détectées par les cellules photoélectriques qui produisent alors une impulsion électrique. Cette impulsion active un jet d'air qui disperse les semences décolorées.

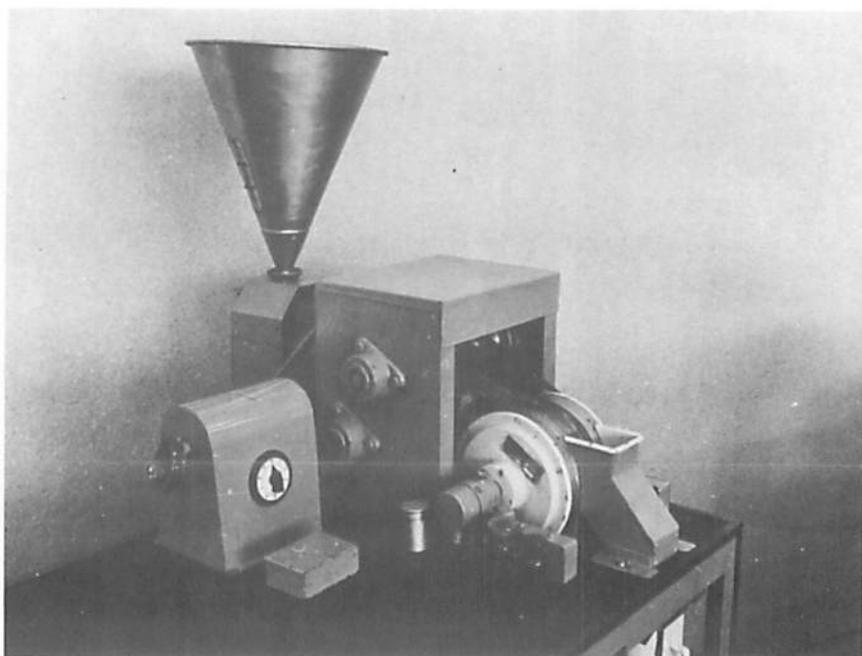


Fig. 13. Séparateur magnétique, modèle de laboratoire.

*Table paddy (ou séparateur à paddy):* Cette machine peut nettoyer le paddy (riz non décortiqué, naturel) de ses caryopses nus. Elle est activée par la gravité spécifique et la texture de surface des semences en combinaison avec leur élasticité. De bons résultats sont obtenus aussi avec les graines de lin, de blé et d'orge. Actuellement, la machine est souvent remplacée par les séparateurs à gravité spécifique, la table paddy retient pourtant beaucoup plus de bonnes semences et elle est plus facile à manipuler de façon continue.

### **La structure d'une installation de nettoyage de semences de céréales.**

En plus d'un bureau et d'un simple laboratoire de qualité, l'installation doit être équipée des dispositifs suivants (voir le diagramme simplifié, Fig. 14).

*Trémie de réception:* La matière brute est délivrée en sacs ou en vrac dans la zone de réception. Les sacs devraient être ouverts ou placés sur un séchoir à sacs.

**Chasseur:** Il est beaucoup plus économique d'éliminer les gros rebuts avant que la matière brute ne soit desséchée. Une simple machine à tamis présentant de larges perforations n'élimine que les particules plus grosses que les semences.

**Séchoir:** Si la teneur en eau est assez élevée, les semences sont séchées à l'aide de cette machine.

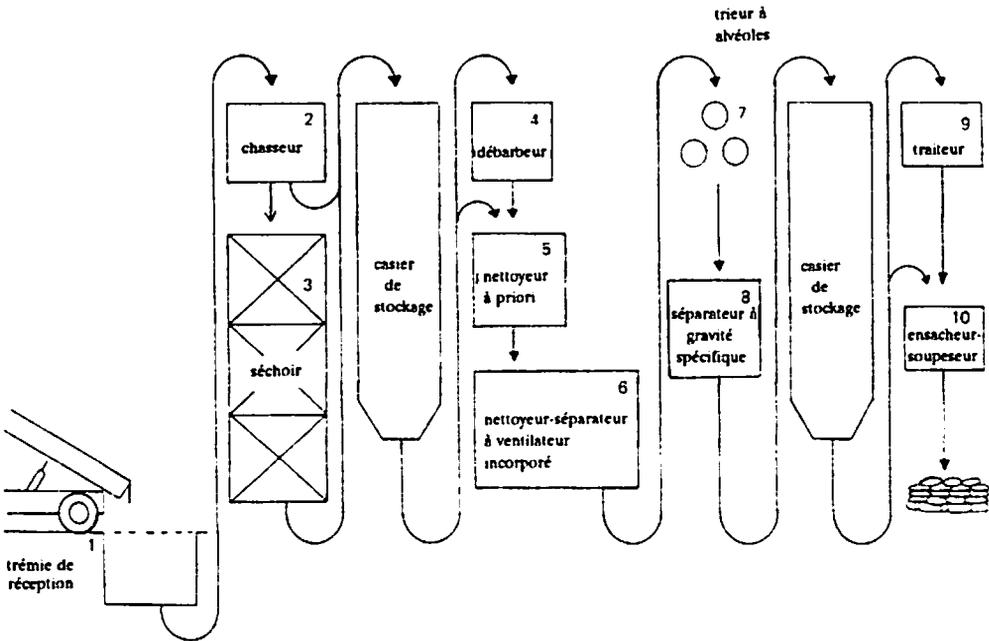


Fig. 14. Diagramme simplifié d'une installation de nettoyage de semences de céréales (les petits casiers tampons ne sont pas représentés)

**Débarbeur (machine brossante):** Les semences sont gardées dans le casier de stockage jusqu'à ce qu'elles soient passées à travers le débarbeur ou la machine brossante, ceci complète ce que la batteuse n'a pas effectué. La machine brossante n'est pas toujours indispensable mais elle est utile pour séparer les semences d'avoine les unes des autres, pour éliminer les barbes de l'orge et pour séparer le seigle et le blé de leurs queues.

**L'épurateur:** Si le chasseur n'est pas utilisé, un épurateur serait indispensable pour enlever les grosses impuretés et réduire le volume des semences. Cette machine ainsi que le trieur à alvéoles sont au coeur de l'installation de nettoyage des semences, là où le nettoyage de base ou nettoyage fin est effectué. Cette machine sépare à la fois les grosses et les petites impuretés à

l'aide de tamis dont les dimensions des perforations sont soigneusement choisies. Elle entreprend une ou plusieurs séparations à l'aide du ventilateur, dans le but d'éliminer les impuretés légères et les semences vidées de leur amandes ou les semences ratatinées.

*Trieur à alvéoles (ou disque séparateur):* Cette machine est essentielle également; elle sépare les impuretés courtes et/ou longues (graines courtes d'espèces étrangères, graines cassées, mottes de terre, ou queues).

*Séparateur à gravité spécifique:* Cette machine, utilisée pour un grand nombre de plantes, permet de trier en fonction de la gravité spécifique des semences, ce que la séparation par air n'a pas trié. Les écarts de gravité spécifique des semences que cette machine permet de déceler sont beaucoup plus minimes que celles détectées par le nettoyeur-séparateur à ventilateur incorporé. En éliminant les graines de qualité inférieure et celles contaminées par les ergots et en réduisant davantage le nombre de particules de terre, on arrive à améliorer la faculté germinative des semences.

*Enrobeur (Accomodeur):* Les semences sont par la suite entreposées dans un silo en vue d'être traitées, ensachées et expédiées. Les semences sont traitées à l'aide d'appareils appropriés au cas où un traitement aux fongicides et/ou aux insecticides est nécessaire.

*Ensacheur-Soupeuseur:* Suite à leur traitement, les semences sont mises en sac à l'aide d'une unité automatique de pesage et d'ensachage.

*Transport intérieur:* Le transport vertical est effectué d'habitude à l'aide d'un élévateur à godets tandis que le transport horizontal est effectué le plus souvent à l'aide d'un transporteur à bande. Le transport pneumatique n'est pas recommandé pour les semences de plantes destinées aux semis. L'alimentation en semences de la plupart des machines se fait à l'aide de caissons tampons pour les deux raisons suivantes: premièrement, pour assurer un flux constant de semences à un taux identique et à tous les niveaux de l'installation, et deuxièmement, pour éviter de surcharger certaines machines, en particulier les nettoyeurs-séparateurs à ventilateur incorporé, les trieurs à alvéoles, les appareils de traitement et les unités d'ensachage, toutes incapables de fonctionner efficacement lorsque les semences arrivent en quantités excessives.

## **Remarques supplémentaires sur le tableau 2.**

*No. 1, 25, 27, 35, 36, 42; Céréales, Riz et Maïs.* Le crible de fond et la vitesse de l'air sont sélectionnés en fonction de la variété. Le trieur à alvéoles est important pour éliminer les graines cassées et les graines de mauvaises herbes, les semences d'orge, d'avoine et de blé. Le séparateur à gravité spécifique est

utilisé pour éliminer les cailloux, les mottes d'argile, les semences ayant déjà germé et de séparer les mélanges de céréales (par exemple, le blé de l'orge). Le crible de fond indiqué pour le maïs élimine les amandes cassées. Un grand tamis supérieur à trous ronds (10,0-12,0 mm) pourrait être utilisé au cas où il faut enlever une partie des épis.

*No. 2; Les fèves (faba bean).* Les graines cassées peuvent être éliminées partiellement à l'aide d'un tamis de fond soigneusement choisi. Il est nécessaire de récolter à la main les semences de cette culture (voir ci dessous "Haricots").

*No. 12,30; Pois chiches et pois.* Deux tamis de fond sont nécessaires si le lot contient des graines cassées. Un tamis à trous oblongs sépare les semences d'une part et les demi-graines et les particules plus petites d'autre part tandis qu'un tamis à trous ronds est plus adapté à l'élimination des graines prématurées de taille insuffisante. La Fig 2b présente un arrangement typique de tamis. Au cas où celui-ci n'est pas utilisé, le lot de semences doit être repassé deux fois à travers la machine en utilisant la première fois des tamis de fond à trous oblongs et la seconde des tamis à trous ronds. Il est nécessaire d'incorporer à ce tamis un batteur ou des boules en caoutchouc lestées.

*No. 3, 4, 17; Haricots, Soja, Pois du Brésil.* Les instructions concernant les graines cassées ou de taille insuffisante de pois sont applicables dans ce cas. Les graines cassées de soja peuvent être éliminées à l'aide d'un séparateur de couleur ou bien manuellement. Dans ce dernier cas, les semences passent dans un flux continu sur une bande mobile les mettant à la portée des ouvriers chargés d'éliminer les mauvaises semences.

*No. 19, 20; Les haricots Mungo et les haricots de la basse Nubie).* Les semences endommagées par les attaques des insectes sont éliminées en partie par ventilation et en partie à l'aide d'un tambour à aiguilles (un trieur à alvéoles pourvu de milliers d'aiguilles placées parallèlement à la surface interne et pointées dans la direction de rotation. Elles soulèvent ainsi les semences trouées). Les graines ratatinées et de taille insuffisante nécessitent un traitement particulier et peuvent être éliminées à l'aide de tamis de fond appropriés.

*No. 22, 23, 24; Lentilles et lupins:* Il est difficile de nettoyer ces semences, en particulier les lentilles, parce qu'elles sont plates. Il est nécessaire d'appliquer des chocs aux tamis afin de forcer les semences à rebondir, autrement elles risquent de bloquer tous les trous du tamis. Les petites graines de mauvaises herbes peuvent être éliminées à l'aide d'un trieur à alvéoles. Le séparateur en spirale est utilisé pour les graines rondes de mauvaises herbes. Un tamis supérieur à trous oblongs est souvent utilisé. Ceci dépend de la nature du lot en question.

*No. 5, 6; Les betteraves.* Les parties constituant la tige sont éliminées à l'aide d'un calibre à bandes (les tiges sont transportées vers le haut tandis que les semences roulent vers le bas). Ceci ne constitue qu'un nettoyage à priori. Les mottes de terre et les grosses graines d'espèces étrangères (légumineuses, céréales) sont éliminées par le nettoyeur-séparateur à ventilateur incorporé à l'aide d'un "courant d'air inversé", une vitesse d'air très grande soulève les bonnes semences et ne laisse que les impuretés. Les semences de *Polygonum* sont éliminées à l'aide du tamis N.11 à trous triangulaires.

*No. 8, 32, 33, 34, 41; Les crucifères (choux, colza, radis, etc.).* Les mottes d'argile sont éliminées à l'aide du séparateur en spirale. Lorsqu'on applique des chocs au tamis de fond, les graines cassées et les demi-graines sont séparées. La moutarde (moutarde des champs, *sinapsis arvensis*) est éliminée à l'aide du séparateur magnétique. En augmentant la vitesse d'arrivée de l'air, les semences ayant déjà germé et celles endommagées par les insectes sont éliminées mais les bonnes semences sont perdues aussi.

*No. 9, 10, 11, 39; Les ombellifères (carotte, persil, céleri).* Les semences de carotte devraient être brossées afin d'éliminer la plupart ou tous les "poils" avant de procéder au vrai nettoyage. Les semences ne devraient pourtant pas être complètement mises à nu, ce qui risque d'endommager l'embryon. Le trieur à alvéoles de dimension 1,75 à 2,5 mm est utilisé pour éliminer les petites graines de mauvaises herbes. Les trieurs de dimension 3,5 à 5,5 mm sont utilisés pour soulever les semences et les séparer des fragments de tiges et des tiges des fleurs (ceci s'applique aux graines longues).

*No. 14, 21, 28; Oignon, Poireau, Ciboulettes.* Le séparateur à gravité est utilisé pour séparer les fragments de fruits et d'inflorescences de couleur claire.

*No. 15, 16; Les trèfles.* Les graines rugueuses de mauvaises herbes peuvent être éliminées à l'aide de tambours habillées en velour ou d'un séparateur magnétique. Le fait de diviser le lot de semences à l'aide d'un tamis à trous oblongs de 0,7 mm de diamètre résoud souvent le problème de mauvaises herbes. Les deux lots qui en résultent sont traités de façon différentes: en utilisant des tamis à trous ronds, la ventilation ou le trieur à alvéoles. Ceci dépend du type de graines de mauvaises herbes présentes. Les bonnes semences provenant des deux lots sont mélangées par la suite. Le séparateur à gravité spécifique est très utile pour éliminer les herbes et les mottes d'argile.

*No. 40; Les tomates:* Les semences qui adhèrent les unes aux autres sont séparées à l'aide de tamis à trous oblongs de 1,7 à 1,8 ou 1,9 mm de diamètre selon la variété de semences en question tout en ayant recours ultérieurement à un frottement manuel. L'extraction des semences à partir de la pulpe fraîche des fruits se fait à l'aide d'un dépulpeur, les semences sont fermentées par la

suite. Il est préférable que la température du liquide ne dépasse pas les 25°C, (30°C au maximum). Le casier doit être placé à l'ombre, hors du bâtiment, pour deux jours au plus afin que les semences ne soient pas endommagées. La température de séchage qui suit le lavage ne doit pas dépasser les 30°C (35°C au maximum).

## Bibliographie

- Agrawal, R.L. 1980. Seed technology. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi, India.
- Boswell, R.V. *et al.* 1961. Seeds. Yearbook of Agriculture. US Government Printing Office, Washington DC, 20452.
- Brandenburg, N.R. 1977. The principles and practice of seed cleaning: separation with equipment that senses dimensions, shape, density and terminal velocity of seeds. *Seed Science and Technology* 5(2): 173-186.
- Brandenburg, N.R. *et al.* 1968. Mechanical seed cleaning and handling. *Agric. Handbook No. 179*. US Government Printing Office, Washington DC, 20452.
- Van der Burg, W.J. and Hendriks, R. 1980 Flower seed cleaning. *Seed Science and Technology* 8(4): 505-522.
- Doerfler, Th. 1978. Seed production guide for the tropics. MD Gunasena and Co. Ltd., Colombo 12, Sri Lanka.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1961. Agricultural and horticultural seeds. FAO, Rome, Italy.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1981. Cereal and grain legume seed processing. FAO, Rome, Italy
- Feistritzer, W.P. 1975. Cereal seed technology. FAO, Rome, Italy.
- Gregg, B.R. 1977. Seed processing plant design, with special reference to developing seed industries. *Seed Science and Technology* 5(2):287-335.
- Gregg, B.R. *et al.* 1970. Seed processing. Avion Printers, New Delhi, India.
- Harrington, J.F. 1977. Cleaning vegetable and flower seeds. *Seed Science and Technology* 5(2): 225-231.
- ISTA (International Seed Testing Association). 1969. Proceedings of the ISTA. Vol. 34(1).
- ISTA (International Seed Testing Association). 1977. Seed cleaning and processing. *Seed Science and Technology* 5(2).
- ISTA (International Seed Testing Association). 1983. Seed technology in the tropics. *Seed Science and Technology* 11(1).
- Langkilde, N.E. 1977. Seed cleaning in the laboratory. *Seed Science and Technology* 5(2): 233-263.
- Linnet, B. 1977. Processing seeds of tropical pasture plants. *Seed Science and Technology* 5(2): 199-224.
- Mathiasson, K. and Wignell, A. 1977. Seed transport and handling in processing systems. *Seed Science and Technology* 5(2): 271-285.

- Renius, W. 1977. Die Prinzipien der Feinsaataufbereitung und die technisch-wissenschaftliche Anwendung der Sortierungseigenschaften Seed Science and Technology 5(2): 151-172.**
- Thomson, J.R. 1979. An introduction to seed technology. Leonard Hill, London.**

## **Une introduction à la détermination de la teneur en eau des semences**

---

**C. Witte**

*Station Gouvernementale d'Essais de Semences,  
BP. 9104, 6700 HE Wageningen,  
Les Pays-Bas*

### **Détermination de la teneur en eau des semences**

La teneur en eau des semences est un facteur important déterminant leur viabilité. Une teneur en eau élevée à la récolte peut accroître les risques de détérioration des semences lors du battage. Plus tard durant l'entreposage, une teneur en eau élevée réduit plus rapidement la viabilité des semences du fait de la prolifération des moisissures, des dégâts dus à la chaleur, du vieillissement et de l'infestation par les ravageurs. Il est de ce fait important de connaître la teneur en eau des semences tout de suite après la récolte et si nécessaire suite à un séchage artificiel.

Le commerce des semences tolère une certaine teneur en eau suivant le type de semences en question. L'analyse vise à déterminer la teneur en eau des semences lors de l'échantillonnage d'un lot donné. Il est par conséquent nécessaire de manipuler l'échantillon de façon à conserver sa teneur en eau initiale : il faudrait le mettre en sachets imperméables à l'humidité (en métal ou en plastique) et l'envoyer sans tarder à la station d'essais de semences où il sera analysé dès réception. Lors de cette analyse, l'échantillon doit être exposé le moins possible à l'atmosphère du laboratoire. Pour les espèces ne nécessitant aucun broyage, l'échantillon devrait être transféré en moins de deux minutes de son sachet d'origine au compartiment de séchage. (La figure 1 présente quelques équipements utilisés pour la détermination de la teneur en eau).

### **Méthodes de détermination de la teneur en eau**

**Méthode de l'étuve à air:** C'est la méthode standard la plus commune. Elle permet d'extraire l'eau contenue dans les semences par séchage sous



Fig.1 : Équipement destiné à mesurer l'humidité.

conditions préétablies et contrôlées. Pour plus de détails, veuillez consulter les Normes de l'Association Internationale d'Essais de Semences, chapitre 9 (ISTA 1976).

#### *Appareillage*

- Des coupelles en métal non corrosif d'environ 0,5 mm d'épaisseur dont les côtés sont arrondis à la base, le fond plat, les bords égaux et le couvercle à fermeture non hermétique. La coupelle doit avoir 3 cm de hauteur et un fond de 6 cm de diamètre. La surface réelle du fond doit être suffisamment large pour permettre une distribution de l'échantillon en couches de 0,3 g/m<sup>2</sup> au plus (=  $\pm 17 \text{ cm}^2$  pour les 5 g habituels). La coupelle et son couvercle doivent être tous les deux munis du même numéro de façon à pouvoir identifier chaque échantillon lors de l'analyse.
- Une étuve électrique munie d'une ventilation adéquate et pourvue d'un système de contrôle à thermostat ou d'un système électronique permettant de maintenir une température constante.
- Une balance qui pèse les grammes avec une précision allant jusqu'à 3 chiffres après la virgule (précision de 1mg).
- Un broyeur fabriqué en matériel étanche à l'humidité (le bois n'est donc pas approprié). Le broyeur doit être construit de façon à protéger autant que possible les semences ou les broyats de toute exposition aux conditions ambiantes durant le broyage. Il doit fonctionner uniformément et à une vitesse permettant de limiter le chauffage du broyat, les courants d'air qui accélèrent l'évaporation de l'humidité doivent être réduits au minimum. Le broyeur doit être réglable à différents niveaux de finesse de broyage et permettre un nettoyage minutieux.

- Deux tamis à mailles munis d'un récipient et d'un couvercle, la largeur des mailles étant de 0,5 à 1 mm.
- Un dessiccateur muni d'une substance dessiccante telle que le gel de silice. Le dessiccateur doit être équipé d'une planche épaisse en métal ou en porcelaine permettant d'accélérer le refroidissement des coupelles et des semences. Le compartiment de fond du dessiccateur contient le gel de silice qui doit être coloré de préférence par du chlorure de cobalt utilisé comme indicateur. Dès que la couleur passe du bleu foncé au rose clair, la substance dessiccante doit être réactivé en la chauffant dans l'étuve à une température de 130°C.
- Une brosse ordinaire et une brosse à poils métalliques pour nettoyer le broyeur après le broyage.
- Plusieurs plateaux métalliques ou paniers porte-échantillons perforés avec des ouvertures de 5 mm de diamètre. Les coupelles ainsi placées sur les plateaux peuvent facilement être introduites ou retirées de l'étuve, les ouvertures facilitent la circulation de l'air à l'intérieur de l'étuve.
- Une paire de pinces à creusets et un torchon pour retirer les coupelles encore chaudes des plateaux placés dans l'étuve.
- Une petite cuillère pour mettre les semences dans les coupelles.

#### *Procédé*

L'analyse de la teneur en eau est effectuée sur deux échantillons de travail choisis au hasard et pesés à 1 mg près. Pour la plupart des espèces, le séchage se fait pendant 1 heure à une température de 130°C, sauf pour les céréales (deux heures) et le maïs (quatre heures). De même, les semences d'oléagineux sont séchées pendant 17 heures à une température de 103°C (pour plus de détails, veuillez consulter les Normes de l'ISTA, chapitre 9 et le premier chapitre de ce document).

Chaque coupelle vide est pesée munie de son couvercle. L'échantillon à analyser est mélangé minutieusement avec une petite cuillère. Deux portions de 5,0 g chacune sont pesées dans leurs coupelles respectives. Il faudrait prendre soin de distribuer uniformément les semences sur le fond de la coupelle. Après pesée, les coupelles sont placées sur leurs couvercles et réparties sur le panier à l'intérieur de l'étuve préchauffée (chauffage jusqu'à la température de séchage prescrite dans le tableau 1). Après séchage, les coupelles sont refermées à l'aide de leurs couvercles (en utilisant les pinces et le torchon), mises dans le dessiccateur pendant 30 minutes pour leur permettre de refroidir et soumises de nouveau à une pesée.

La teneur en eau (M) est calculée à un chiffre près après la virgule suivant la formule:

$$M = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100 = \frac{\text{Poids perdu}}{\text{Poids initial des semences}} \times 100$$

- M1 = Poids de la coupelle vide munie de son couvercle.  
M2 = Poids de la coupelle contenant les semences et munie de son couvercle, avant séchage.  
M3 = Poids de la coupelle contenant les semences et munie de son couvercle, après séchage.

Tableau 1. Spécifications pour l'analyse de la teneur en eau des différentes espèces de semences par la méthode de l'étuve à air.

Nom scientifique	Nom commun	Type de broyage	Temps de séchage (en heures)	Température de séchage (en °C)	Teneur en eau (en %) au dessus de laquelle un préséchage est effectué (si nécessaire)
<u>Allium</u> spp.	oignon, poireau	-	17	103	-
<u>Arachis hypogaea</u>	arachide	C	17	103	17,0
<u>Avena sativa</u>	avoine	F	2	130	17,0
<u>Brassica</u> spp.	chou	-	17	103	-
<u>Cicer arietinum</u>	pois chiche	C	1	130	17,0
<u>Daucus carota</u>	carotte	-	1	130	-
<u>Glycine max</u>	soja	C	17	103	10,0
<u>Gossypium</u> spp.	coton	F	17	103	17,0
<u>Hordeum vulgare</u>	orge	F	2	130	17,0
<u>Lens culinaris</u>	lentille	C	1	130	17,0
<u>Lycopersicon lycopersicum</u>	tomate	-	1	130	-
<u>Medicago</u> spp.	luzerne	-	1	130	-
<u>Oryza sativa</u>	riz	F	2	130	13,0
<u>Pennisetum glaucum</u>	millet à chandelles	F	1	130	17,0
<u>Phaseolus</u> spp.	haricot	C	1	130	17,0
<u>Pisum sativum</u>	pois	C	1	130	17,0
<u>Secale cereale</u>	seigle	F	2	130	17,0
<u>Sorghum</u> spp.	sorgho	F	1	130	17,0
<u>Trifolium</u> spp.	trèfle	-	1	130	-
<u>Triticosecale</u> spp.		F	2	130	17,0
<u>Triticum</u> spp.	blé	F	2	130	17,0
<u>Vicia</u> spp.	vesce	C	1	130	17,0
<u>Vigna</u> spp.	pois de chine				
	haricot vert	C	1	130	17,0
<u>Zea mays</u>	maïs	F	4	130	17,0

\* F = broyage fin; C = broyage grossier; - = le broyage n'est pas nécessaire.

Les résultats des deux déterminations ne doivent pas différer de plus de 0,2 % autrement l'analyse devrait être répétée en double échantillons.

### **Broyage et préséchage**

Certaines espèces de semences doivent être broyées avant que leur teneur en eau réelle ne soit déterminée (par exemple; le coton, le riz, le maïs, les céréales, le pois et les haricots). Le broyage des semences de céréales et de coton doit être très fin, 50% au moins du broyat doit pouvoir passer à travers un tamis à mailles ayant 0,5 mm de diamètre et 10 % au plus devraient être retenus par un tamis à mailles de 1 mm de diamètre.

Pour les semences de légumineuses, on se contentera d'un broyage grossier, au moins 30% du broyat doit passer à travers un tamis à fils métalliques dont les mailles ont 1 mm de diamètre. Le broyeur doit être réglé de façon à obtenir des particules ayant les dimensions requises, la quantité d'échantillon traitée doit être supérieure à celle nécessaire pour l'analyse (environ 20 g). Les semences de *Vicia faba* pourraient présenter des difficultés au broyage à cause de leur dimension. Dans ce cas, on peut les couper en petits morceaux avant de les broyer.

Au cas où l'échantillon nécessite un broyage et que sa teneur en eau dépasse toutefois les 17% (10% pour le soja et 13% pour le riz), il convient d'effectuer un préséchage avant broyage. Pour cela, deux échantillons de 50g chacun sont pesés puis placés sur deux plateaux perforés pendant 5 à 10 minutes à la température de 130°C.

Les semences trop humides ayant une teneur en eau de 25% ou plus sont étalées sur deux plateaux perforés, et séchées à 70°C pendant 2 à 5 heures en fonction de leur teneur en eau initiale. Les plateaux sont ensuite laissés à découvert dans la laboratoire pendant au moins deux heures. Si l'humidité relative de la salle de laboratoire dépasse les 70%, il est préférable de placer les semences préséchées dans un dessiccateur fermé. Les deux échantillons sont ensuite pesés séparément, une portion est broyée (20 g par exemple).

Le broyat est ensuite soumis à une analyse de sa teneur en eau par la méthode de l'étuve à air. La teneur en eau (M) est calculée suivant la formule:

$$M = S1 + S2 - \frac{S1 \times S2}{100}$$

S1 = Pourcentage d'humidité perdue par le préséchage (stade 1).

S2 = Pourcentage d'humidité perdue par la méthode de l'étuve (stade 2).

La teneur en eau reportée de l'échantillon préséché est égale à la moyenne des résultats de la double détermination des échantillons préséchés (arrondie au 0,1% près).

## **Méthodes rapides**

Un certain nombre de marques et de types d'appareils sont disponibles pour réduire le temps nécessaire à la détermination de la teneur en eau des semences. Les méthodes d'analyse rapide devraient être calibrées ou vérifiées suivant la méthode standard de l'étuve à air. Du fait des incertitudes associées à l'utilisation des méthodes rapides, l'ISTA a désigné la méthode de l'étuve à air comme étant la seule reconnue officiellement.

Les différents types d'appareils utilisés pour les méthodes rapides, fonctionnent selon des principes différents. Ces appareils comportent:

- Une balance pour la pesée des semences, les semences sont chauffées directement à l'aide d'une lampe à rayons infra-rouges ou d'un appareil de chauffage électrique.
- Un doseur électrique d'humidité qui mesure la teneur en eau des semences en déterminant leur conductibilité électrique.
- Les appareils électroniques qui mesurent l'humidité relative de l'air environnant la semence. (l'HR. est en équilibre avec une teneur en eau certaine ou absolue de la semence.

En utilisant la première méthode (ou méthode directe de chauffage), le matériel doit être chauffé à une température supérieure à celle requise par la méthode de l'étuve à air. La plupart de ces appareils sont équipés d'une balance qui mesure continuellement la perte de poids de l'échantillon pendant le chauffage. Le pourcentage d'humidité est habituellement indiqué sur une échelle de lecture directe, ce qui permet d'effectuer les calculs nécessaires. L'analyse peut être menée à bien en 10 à 15 minutes suivant le type de semences soumis à l'analyse.

Les doseurs électriques d'humidité sont fréquemment utilisés parcequ'ils sont plus rapides que n'importe quelle autre méthode, l'analyse pouvant être effectuée en une seule minute. De tels appareils mesurent soit la conductibilité, soit les propriétés diélectriques des semences.

Pour garder une même échelle de précision, les doseurs utilisés pour les méthodes rapides doivent être calibrés pour chaque espèce de semences par rapport à la méthode standard de l'étuve à air. La teneur en eau devrait être déterminée dans des conditions normalisées. Cependant les résultats obtenus avec les doseurs sont généralement moins précis que ceux obtenus par la méthode de l'étuve à air parce qu'ils ne peuvent être lus avec assez de précision. Par conséquent, les doseurs calibrés conviennent uniquement pour des déterminations approximatives de la teneur en eau.

Pour pouvoir utiliser les appareils mesurant l'humidité relative de l'air environnant la semence, il est indispensable de comprendre la relation qui existe entre cette humidité et la teneur en eau des semences. (L'explication suivante est tirée des écrits de Justice et Bass, 1978). La teneur en eau des semences en équilibre avec une humidité relative spécifique, varie en fonction

des espèces végétales. A n'importe quelle température, l'air retiendra une quantité donnée d'eau sous forme de vapeur, on dit que l'air est "saturé" lorsqu'il contient son maximum d'humidité. Cet état est équivalent au point de condensation, soit 100% d'humidité relative. L'air chaud peut retenir plus d'humidité que l'air froid. Lorsque la quantité d'eau contenue dans l'air est réduite, l'humidité relative sera réduite. Les données de Hubbard et collaborateurs (1957) (reprises par Roberts, 1972) montrent que lorsque l'humidité relative atteint 75%, un abaissement de la température de 35 à 25°C augmente la teneur en eau du blé d'environ 1% .

Quelques soient les conditions de stockage, la teneur en eau des semences atteindra l'équilibre avec l'air environnant au bout d'un certain temps et en fonction des conditions de stockage. En effet, l'équilibre entre les semences et l'air environnant sera atteint lorsque la résultante des mouvements de l'humidité de l'air vers les semences et vice versa sera nulle.

L'humidité relative de l'air est déterminée à l'aide d'un appareil électronique de mesure de l'humidité équipé également d'un système de contrôle de la température. L'appareil devrait être équipé aussi de sondes de types différents permettant de déterminer la teneur en eau des lots de semences (qu'ils soient grands ou petits) emballées dans des sacs ou autres conteneurs. On peut mesurer directement l'humidité sans échantillonnage préalable des lots de semences. Les résultats devraient être calibrés par rapport à une analyse de la teneur en eau effectuée selon la méthode de l'étuve à air. Le tableau 2 présente la teneur en eau d'équilibre de plusieurs semences de végétaux à divers valeurs d'humidité relative et des températures variant entre 15 et 25°C.

Tableau 2. Teneur en eau d'équilibre à des valeurs différentes d'humidité relative et à des températures variant de 15 à 25°C.

Nom scientifique	Nom commun	10	20	30	40	45	50	60	70	75	80	85	90	100
<u>Allium</u> <u>cepa</u>	oignon	4,6	6,8	8,0		9,5		11,2		13,4				
<u>Arachis</u> <u>hypogaea</u>	arachide	3,0	3,9	4,2	5,1		5,9	7,0	8,5		11,1		17,2	
<u>Avena</u> <u>sativa</u>	avoine	5,6		8,4	9,9	10,2	11,2	12,5	14,3	15,3	16,8	18,6	22,3	24,1
<u>Brassica</u> <u>oleracea</u>	chou	3,2	4,6	5,4		6,4		7,6		9,6	10,0			
<u>Daucus</u> <u>carota</u>	carotte	4,4	5,8	6,9	7,9		8,9	10,0	11,9		14,2			
<u>Glycine</u> <u>max</u>	soja		5,5	6,5	7,1	7,5	8,0	9,3	11,5	13,1	14,8		18,8	
<u>Gossypium</u> <u>spp.</u>	coton	3,7	5,2	6,3	6,9		7,8	9,1	10,1		12,9		19,6	
<u>Hordeum</u> <u>vulgare</u>	orge			8,3	9,8	10,6	11,4	13,2	15,0	16,1	17,2		22,7	26,8
<u>Lycopersicon</u> <u>lyopersicon</u>	tomate	3,2	5,0	6,3	7,5	7,8		9,2	11,1	12,0				
<u>Medicago</u> <u>sativa</u>	luzerne	4,8	6,4	7,8	9,0		10,0	11,7	14,0		15,0			
<u>Oryza</u> <u>sativa</u>	riz		7,5	8,6	10,3	10,7	11,3	12,8	13,7	14,6	15,2		18,4	

<u>Phaseolus</u>																				
<u>vulgaris</u>	haricot	3,0	4,8	6,8	9,4	12,0	15,0	16,0												
<u>Pisum</u>																				
<u>sativum</u>	pois	5,3	7,0	8,6	10,3	11,9	13,5	15,0	17,1	22,0	26,0									
<u>Socale</u>																				
<u>ocreaie</u>	seigle	6,9	8,2	9,0	10,5	10,9	12,0	13,4	15,0	15,7	17,4	20,1	23,0							
<u>Sorghum</u>																				
<u>sudanense</u>	gras			8,6	10,5	12,0	15,2					18,8	21,9							
<u>Trifolium</u>																				
<u>hybridum</u>	trèfle de Suède			7,9			9,3	15,9	18,9											
<u>Trifolium</u>	trèfle																			
<u>repens</u>	ladino			7,2			8,7	10,9	15,4	18,0										
<u>Trifolium</u>	trèfle																			
<u>pratense</u>	rouge			7,6			9,1	11,2	15,6	18,7										
<u>Triticum</u>																				
<u>durum</u>	blé dur			8,5	10,0	11,5	14,1			19,3	26,6									
<u>Triticum</u>	blé rouge																			
<u>aestivum</u>	dur de printemps			8,5	10,1	11,8	14,8			19,7	25,0									
<u>Triticum</u>	blé rouge																			
<u>aestivum</u>	dur d'hiver			8,5	10,5	12,5	14,6			19,7	25,0									
<u>Triticum</u>	blé rouge																			
<u>aestivum</u>	tendre d'hiver			8,6	10,6	11,9	14,6			19,7	25,6									
<u>Triticum</u>	blé																			
<u>aestivum</u>	blanc			8,6	9,9	11,8	15,0			19,7	26,3									
<u>Vicia faba</u>	fève grosse	4,2	5,8	7,2	9,3	11,1	14,5	17,2	22,6											
<u>Vicia villosa</u>	vesce						11,0	13,0	17,4	18,7										
<u>Zea mays</u>	maïs	6,2	7,9	9,3	10,7	11,9	13,1	14,6	15,5	16,5	20,7									

## Bibliographie

- International Rules for Seed Testing. 1976. Seed Science and Technology 4 (1).  
 Justice, O.L. and Bass, L.N. 1978. Principles and practices of seed storage. Agriculture Handbook 506, US Department of Agriculture.  
 Roberts, E.H. 1972. Viability of seeds. Chapman and Hall Ltd., London.

## **Une introduction à l'analyse de pureté spécifique : Accent porté sur les semences de céréales et de légumineuses**

---

**W.J. van der Burg**

*Station Gouvernementale d'Essais de Semences,  
Binnenhaven 1, 6700 HE Wageningen,  
Les Pays-Bas*

### **Introduction**

Les bonnes semences ne devraient pas contenir un haut pourcentage de balles, de paille, de sable ou de graines de mauvaises herbes. Néanmoins, il est pratiquement impossible aux machines de nettoyage d'éliminer complètement tous ces mélanges. Les analyses de pureté spécifique déterminent le pourcentage exacte des impuretés qui restent même si ce pourcentage est très bas. Dans le but de protéger les intérêts de l'acheteur, de nombreux pays y compris la Communauté Économique Européenne, ont instauré des réglementations prescrivant des normes minimales de qualité pour les lots de semences. Les stations d'essais de semences de nombreux pays sont associées à l'Association Internationale d'Essais de Semences (ISTA) dont *les Règles Internationales d'Essais de Semences (ISTA 1985)* prescrivent des méthodes d'analyse sans toutefois définir des normes pour les lots de semences.

### **Les objectifs de l'analyse de pureté spécifique**

L'analyse de pureté spécifique a deux objectifs. Il s'agit en premier lieu de déterminer la composition par poids de l'échantillon testé et d'en déduire la composition du lot de semences. En d'autres termes, la composition de l'échantillon est exprimée en pourcentage du poids. Si on utilise un échantillon représentatif, les résultats de l'analyse s'appliquent au lot entier. Le second objectif est de déterminer l'identité des diverses espèces de semences et de particules de matières inertes composant l'échantillon. Par conséquent, toutes les graines devraient être identifiées par leurs noms scientifique, selon *le Catalogue Fixe des Noms de Plantes* établi par l'ISTA (ISTA 1983).

## Préparatifs pour l'analyse de pureté spécifique

a. **Dimension de l'échantillon soumis:** " L'échantillon soumis " qu'une personne, une société ou une agence d'échantillonnage a expédié à la station d'essais de semences est beaucoup trop grand pour pouvoir servir à une simple analyse de pureté spécifique. Les dimensions minimales de l'échantillon soumis sont indiquées en fonction des espèces décrites dans le chapitre 14 de ce livre, intitulé "l'échantillonnage des semences": tableau 1, colonne 3. Comme le montre ce tableau, un échantillon soumis de semences de lentille doit avoir un poids minimum de 600 g tandis que l'analyse de pureté spécifique ne nécessite que 60 g. Cette différence est due à plusieurs raisons:

- L'échantillonnage au magasin de petites quantités n'est pas très précis.
- La dimension de l'échantillon doit suffire à toutes les analyses, y compris les analyses de l'état phytosanitaire, la cytologie (comptage des chromosomes), la détermination des cultivars et autres analyses. (la détermination de la teneur en eau requiert un échantillon différent).
- Parfois, la station d'essais de semences doit entreprendre un second essai si l'écart entre les résultats du premier (effectué en double exemplaire) dépassent les limites tolérées.
- En plus de l'analyse de pureté spécifique, on procède à la détermination en nombre des semences d'espèces étrangères. On détermine ainsi le nombre (et non le poids) des semences d'espèces étrangères présentes dans une quantité de semences 10 fois plus grande que la dimension de l'échantillon requise pour l'analyse de pureté spécifique.
- On ne peut prélever facilement et de façon fiable un sous échantillon destiné à l'analyse de pureté spécifique à partir de quantités inférieures à celles spécifiées dans le tableau.
- Une certaine quantité de l'échantillon soumis devrait être mise en stock pour une année au moins, au cas où l'analyse devrait être répétée.

b. **Préparation de l'échantillon de travail:** On prélève sur l'échantillon soumis des échantillons destinés à l'analyse de pureté spécifique. Ces échantillons appelés échantillons de travail ont une composition identique à celle de l'échantillon soumis, néanmoins ils sont analysés plus rapidement.

Les Normes de l'ISTA prescrivent en détail les instruments et les procédés utilisés pour préparer ces échantillons de travail. Lorsqu'il faut prélever un échantillon de travail, il est préférable de préparer deux exemplaires indépendants, égal chacun à la moitié de l'échantillon de

travail. La station de Wageningen a combiné la méthode du diviseur mécanique à celle de la cuillère, ce qui convient aux dimensions et à la composition de la majorité des échantillons soumis et permet à l'analyste de travailler avec un maximum de vitesse et d'efficacité. Le diviseur mécanique minimise toute erreur qui se produit lors de la subdivision de l'échantillon. Ce dernier est bien mélangé en le passant dans le diviseur plusieurs fois avant de séparer la portion requise. La méthode de la cuillère est utilisée pour réduire davantage le sous échantillon de façon à ce que son poids soit le plus proche possible du minimum prescrit pour le demi-échantillon de travail.

Les Normes de l'ISTA décrivent divers types de diviseurs mécaniques. Le diviseur de terre est sans doute le meilleur (Fig.1). Il consiste en un diviseur et trois bassins de réception (représentés par les lettres a, b et c sur la figure).

Le procédé d'utilisation du diviseur est le suivant:

- L'échantillon soumis est distribué uniformément dans le bassin (a).
- Les deux bassins de réception (b) et (c) sont placés le long des côtés du diviseur.



Fig.1. Diviseur de terre. On montre la première partie d'une série de divisions. Les trois bassins de réception sont annotés (a), (b) et (c).

- On vide le bassin (a) dans le compartiment diviseur de façon à ce que les semences s'écoulent à taux constant tout le long du compartiment remplissant ainsi le bassin (b) avec la moitié de l'échantillon soumis et le bassin (c) avec l'autre moitié.
- On remplace le bassin (b) par le bassin vide (a).
- On vide le bassin (b) dans le compartiment diviseur comme on l'a fait précédemment avec le bassin (a) de sorte que les deux parties égales ainsi obtenues (un quart de l'échantillon chacune) puissent s'écouler dans les bassins (c) et (a).
- On remplace le bassin (a) par le bassin (b) qu'on vient de vider et le procédé se poursuit ainsi.

Un échantillon soumis est donc successivement réduit en moitié jusqu'à ce qu'un sous échantillon de travail ayant cinq à dix fois le poids prescrit du demi-échantillon de travail soit ainsi obtenu.

On emploie alors la méthode de la cuillère en utilisant les outils présentés dans la Fig. 2 comme suit:

- On verse soigneusement l'échantillon de travail à l'aide de mouvements oscillatoires allant d'un côté à l'autre d'un plateau peu profond de façon à former une couche homogène. Il ne faut toutefois pas secouer le plateau.
- A l'aide d'une cuillère à bord droit (Fig.2) dans une main et d'une spatule également à bord droit dans l'autre, on transfère de petites portions sur le gobelet d'une balance (Fig.3). Chaque cuillerée ne

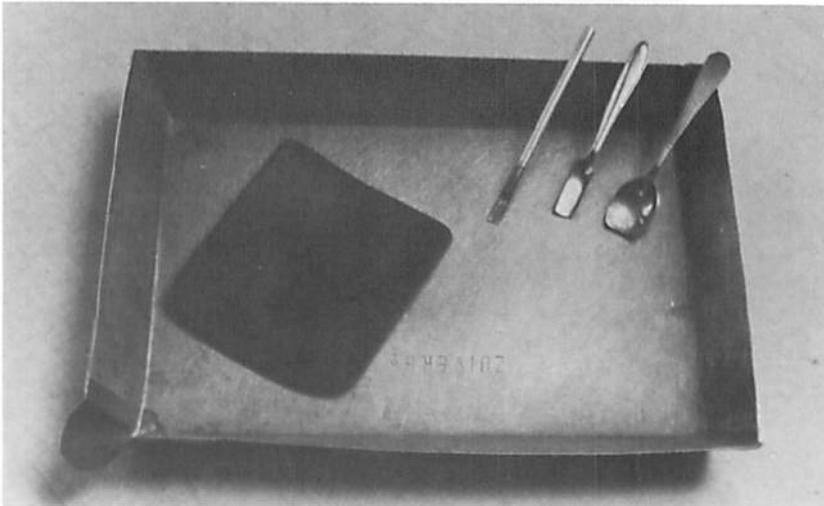


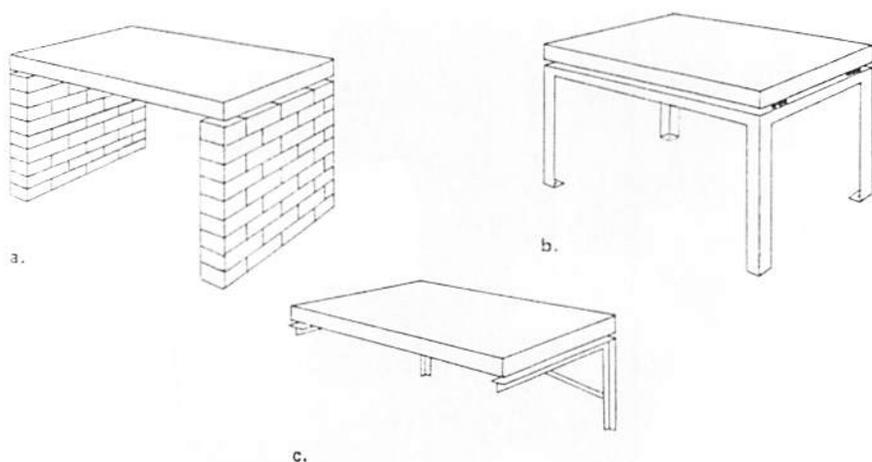
Fig. 2. Outils utiles à la méthode de la cuillère: plateau, spatule à bord droit et trois cuillères à bord droit.



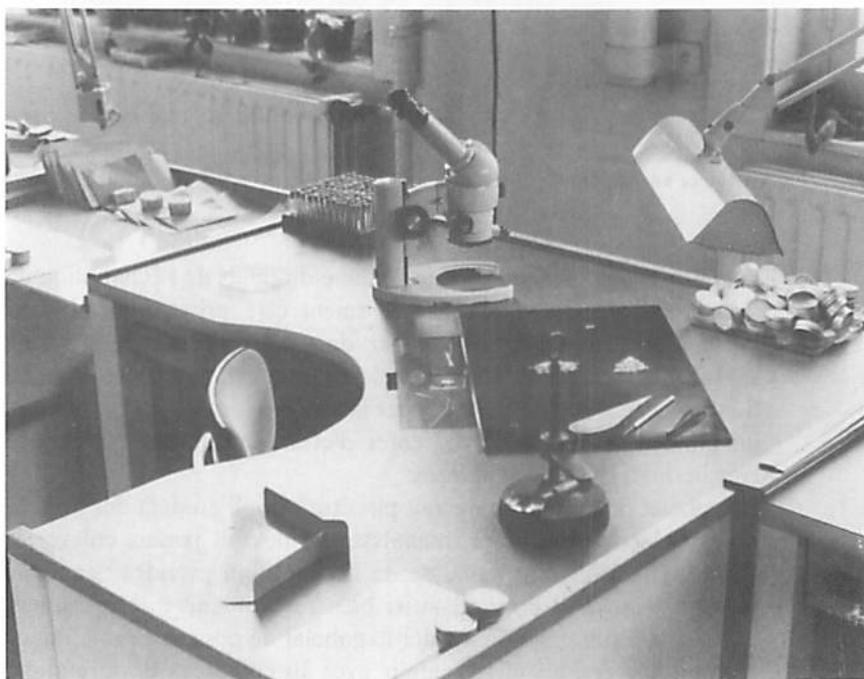
Fig.3. Balance analytique.

devrait pas contenir plus que le dixième du poids de l'échantillon de travail prescrit. Les cuillerées devraient être prises partout dans l'échantillon pour ne pas tomber dans l'erreur causée par une ségrégation verticale ou horizontale de la couche de semences. On doit prendre soin de bien enfoncer la cuillère jusqu'à gratter le fond du plateau et ne pas se contenter d'effleurer tout simplement la couche inférieure de semences.

Le gobelet de pesage ne devrait pas être rempli au delà des 5 % du poids prescrit ni en deçà. L'analyste ne devrait jamais enlever le surplus (bien qu'ainsi l'analyse de l'échantillon prendra beaucoup plus de temps). Il pourrait aussi bien recommencer le processus. Dans ce dernier cas, il faut vider le gobelet de pesage dans le sac de l'échantillon soumis et le remplir avec 10 cuillerées de la matière encore présente sur le plateau. (Les Fig. 4 à 6 montrent les autres outils utilisés lors de l'analyse de pureté spécifique. Ils sont discutés en détail plus loin dans ce chapitre).



**Fig.4.** Table de pesage: (a) et (b) illustrent deux types de tables à placer sur le sol; noter les blocs en caoutchouc (b) entre la dalle et la base. On peut utiliser (c) lorsqu'on ne dispose pas de plancher stable.



**Fig. 5.** Table et outils de travail pour l'analyse de pureté spécifique.

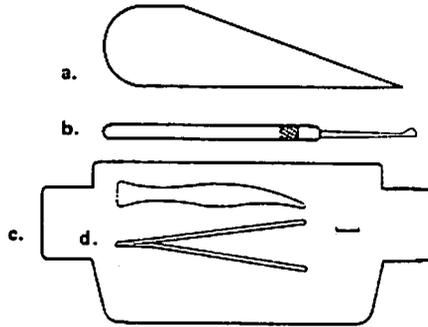


Fig. 6. Divers petits instruments: (a) spatule plate pour les analyses de pureté et le dénombrement des semences; (b) scalpel à aiguilles utilisé pour le même but; (c) raclette utilisée pour enlever et niveler le sable dans les boites de germination et (d) des pinces représentées vues à partir de deux angles.

Le poids est enregistré sur des bulletins d'analyse de pureté spécifique qui serviront plus tard de contrôle lorsque l'échantillon de travail aura été analysé et que les poids des composantes auront tous été additionnés. Le poids initial pourrait différer de la somme des poids des composantes et ceci pour des raisons qui ne sont pas très claires; si cette différence dépasse une certaine valeur, il faudrait avoir recours à une autre analyse. La limite conseillée est équivalente au 2% du poids initial.

- L'échantillon de travail est transféré du gobelet de pesage au récipient d'analyse de pureté et placé sur la table où cette analyse devrait avoir lieu.
- La quantité qui reste de l'échantillon soumis est remise dans le sac soit pour être mise en stock (pour un échantillon de travail entier), soit pour prélever un double exemplaire du demi-échantillon de travail dans le but de confirmer les résultats de la première analyse (lorsque deux exemplaires en double du demi-échantillon de travail sont analysés). (La mise en stock d'une collection de semences est illustrée dans la Fig.7 et discutée plus loin dans cet article.

### Définitions des trois composantes de l'analyse de pureté spécifique

Les procédés d'analyse de pureté spécifique séparent les particules de l'échantillon en trois catégories. Depuis 1976, le certificat international n'a catalogué que trois composantes seulement. "Les semences d'autres espèces cultivées" et "les graines de mauvaises herbes" sont maintenant groupées en



Fig. 7. Collection principale de semences.

une seule catégorie appelée "les semences d'espèces étrangères" puisqu'une espèce considérée comme une mauvaise herbe dans un pays pourrait être cultivée dans un autre. D'habitude, le pays destinataire reçoit un certificat où sont cataloguées toutes les espèces contenues dans le lot. C'est alors seulement que ce pays pourrait définir le terme "mauvaises herbes" comme il lui convient. Pourtant, de nombreux certificats nationaux retiennent toujours les quatre composantes. Néanmoins, les pourcentages de "semences d'autres espèces cultivées" et de "graines de mauvaise herbes" devraient être combinés pour la certification internationale.

Les normes de l'ISTA définissent les trois composantes comme suit:

**a. Semences pures**

On entend par semences pures les semences des espèces indiquées par le requérant ou bien celles qui prédominent dans l'analyse. Toutes les variétés et tous les cultivars botaniques de cette espèce seront inclus. Les structures suivantes (il suffit qu'elles puissent être définitivement identifiées comme issues de l'espèce en question même si elles ne sont pas mûres ou de la taille requise, si elles sont ratatinées, contaminées ou si elles ont germé) devraient être considérées comme des semences pures.

- Les semences intactes (semences au sens botanique du terme).
- Les akènes et les fruits indéhiscents similaires, les schizocarpes et les méricarpes avec ou sans périnthés contenant ou non de vraies graines, sauf s'il est apparent qu'ils ne contiennent aucune vraie graine (se référer aux composites, ombellifères, etc..).
- Des fragments de semences, d'akènes, de méricarpes et de caryopses provenant de semences brisées mais qui ont plus de la moitié de leur taille initiale. Les semences de légumineuses et de crucifères dépourvues entièrement de leurs enveloppes devraient être considérées comme matières inertes.
- Les fleurs sessiles et les caryopses des graminées suivantes:
  - i. Les fleurs sessiles et les épillets à une seule fleur dont le caryopse bien évident contient un endosperme. Que ce soit chez l'*Avena*, le *Panicum* ou le *Sorghum*, on ne détache pas la fleur sessile stérile si elle est attachée à une autre fertile bien au contraire, on la laisse attachée et on l'inclue dans la fraction de semences pures. Pour les autres genres, cette fleur stérile doit être détachée et placée avec les matières inertes.
  - ii. Les caryopses libres et les fragments de caryopses brisés dont la taille dépasse la moitié de la taille initiale.

**b. Semences d'espèces étrangères**

Celles-ci comprennent les semences et les structures analogues aux semences issues de toute espèce autre que celle dont les semences pures sont issues. Pour ce qui concerne la classification en espèces étrangères ou matières inertes, les mêmes caractéristiques qui permettent de distinguer les semences pures seront appliquées aux semences d'espèces étrangères sauf pour le cas précis du *Cuscuta spp.* (voir c (2) ci dessous).

**c. Matières inertes**

Celles-ci comprennent les semences, les structures analogues aux semences et les autres matières que voici:

- *Les semences et structures analogues*

1. Fragments de semences brisées ou endommagées, d'akènes ou de méricarpes dont la taille ne dépasse pas la moitié de la taille initiale; semences de légumineuses et de crucifères dont le tégument a été complètement enlevé en plus des structures déjà définies dans la section "semences pures, b" et dans laquelle il apparaît facilement qu'aucune vraie semence n'est présente.
2. Les graines fragiles (fréquemment hypertrophiées de l'espèce *Cuscuta* ou dont la couleur apparaît gris-cendre à blanc-crème lorsqu'elles sont coupées en deux.

- *Autres matières*

Les mottes de terre, le sable, les cailloux, les tiges, les feuilles, les fragments d'écorces, les fleurs, les galles de nématodes, les corps de champignons (tels que les ergots, les divers sclérotés et les boules de carie) en plus de toute autre matière qui ne semble pas être des semences.

**Les semences pures des principales cultures de céréales et de légumineuses (tiré de Felfoldi 1983)**

Les structures décrites dans la définition de "semences pures" sont les seules à être classées comme telles. Toutes les autres structures présentes parmi les semences ou qui y sont attachées devraient être classées comme étant des semences d'espèces étrangères ou des matières inertes, ceci dépend de la nature de ces structures.

***Sesamum***

- Semences avec ou sans tégument.
- Fragments de semences ayant une dimension supérieure à la moitié de leur taille initiale, avec ou sans tégument.

***Arachis, Cicer, Glycine, Lens, Medicago, Phaseolus, Pisum, Trifolium, Vicia, Vigna.***

- Semences, pour autant qu'une partie du tégument y soit attachée.
- Fragments de semences ayant une dimension supérieure à la moitié de leur taille initiale, pour autant qu'une partie du tégument y soit attachée.

***Avena* (voir Fig.8)**

- Epillets dont la lemma et la palea renferment un caryopse avec ou sans barbe et auxquels une fleur sessile stérile est attachée.
- Fleur sessile dont la lemma et la palea renferment un caryopse, avec ou sans barbe.
- Caryopse.
- Fragments de caryopse ayant une dimension supérieure à la moitié de la taille initiale.

- Note: - Séparer les épillets composés de deux fleurs sessiles fertiles.
- Ne pas séparer les unités dont la lemma de la fleur stérile externe enveloppe en partie la fleur fertile interne.
  - Les fleurs sessiles simples qui ne contiennent que l'ovaire sont classées comme matières inertes.

***Hordeum***

- Fleur sessile dont la lemma et la palea renferment un caryopse. On exclut la barbe lorsque sa longueur dépasse celle de la fleur.
- Caryopse.
- Fragments de caryopse ayant une dimension supérieure à la moitié de la taille initiale.

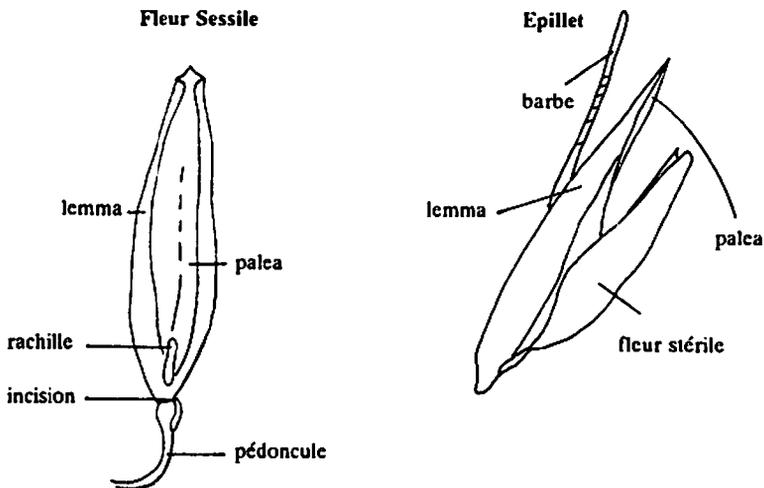


Fig.8. Fleur sessile et épillet d'*Avena sativa*.

***Oryza* (voir Fig.9)**

- Epillets dont les glumes, la lemma et la palea renferment un caryopse. On exclut entièrement la barbe lorsque sa longueur dépasse celle de la fleur.

- Fleur sessile dont la lemma et la palea renferment un caryopse. On exclut entièrement la barbe lorsque sa longueur dépasse celle de la fleur.
- Caryopse.
- Fragments de caryopse ayant une dimension supérieure à la moitié de la taille initiale.

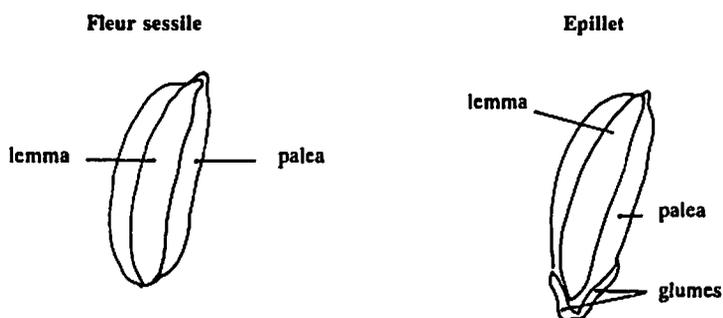


Fig. 9. Fleur sessile et épillet d'*Oryza sativa*

***Pennisetum* (voir Fig.10)**

- Bouquet formé de un à cinq épillets à poils. L'épillet doit avoir des glumes, une lemma et une palea renfermant un caryopse ainsi qu'une lemma stérile attachée.
- Fleur sessile dont la lemma et la palea renferment un caryopse.
- Caryopse.
- Fragments de caryopse ayant une dimension supérieure à la moitié de la taille initiale.

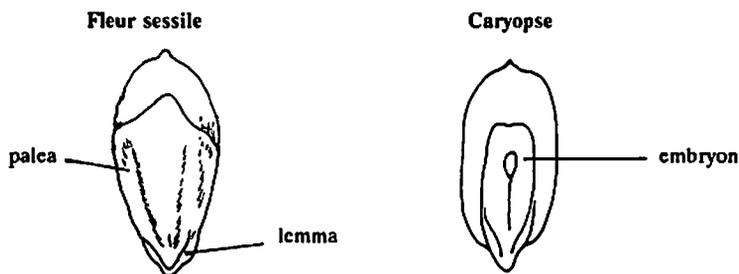


Fig. 10. Fleur et caryopse de *pennisetum glaucum*.

***Secale, Triticosecale, Triticum, Zea***

- Caryopse.
- Fragments de caryopse ayant une dimension supérieure à la moitié de la taille initiale.

**Sorghum (voir Fig.11)**

- Epillets sessiles fertiles avec ou sans barbe, auxquels un pédicel (épillet stérile) et un segment du rachis (pédoncule) sont attachés pour autant que le pédoncule ne soit pas plus long que l'épillet. (Lorsque le pédoncule est plus long que l'épillet, il faudrait éliminer le pédoncule entier).

**Note:** L'épillet fertile est composé de glumes endurecies renfermant deux fleurs sessiles (qui ne sont donc pas visibles). La première consiste en une lemma stérile transparente et la seconde contient le caryopse à l'intérieur d'un tissu analogue à la lemma et la palea, avec ou sans barbe.

- Caryopse.
- Fragments de caryopse ayant une dimension supérieure à la moitié de la taille initiale.

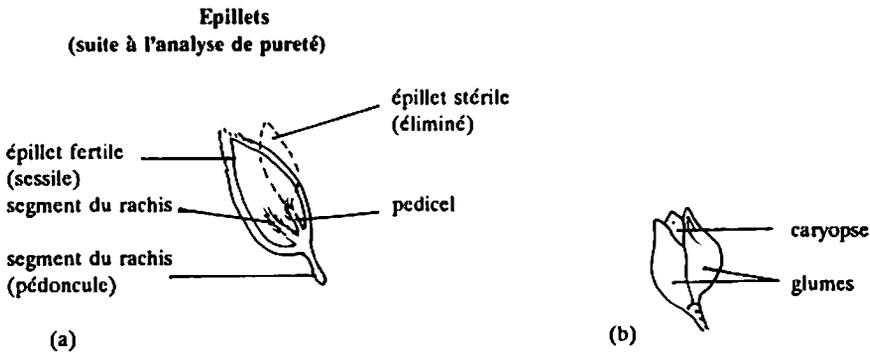


Fig. 11. Epillets de (a) *Sorghum sudanense* et (b) *S.bicolor*.

## Les procédés de l'analyse de pureté

### a. Echantillon de travail

L'analyse de pureté spécifique sera conduite sur un échantillon de travail prélevé sur l'échantillon soumis conformément à la règle 2.7 et suivant les explications présentées dans le paragraphe 3.b des Normes de l'ISTA. L'échantillon de travail ne devrait pas avoir un poids inférieur à celui indiqué dans le chapitre 14: "L'échantillonnage des semences": tableau 1, colonne 4. Au cas où l'espèce n'est pas mentionnée, le poids de l'échantillon devrait être estimé de façon à contenir 2500 semences au moins, variant entre un minimum de 0,5 g et un maximum de 1000 g. L'analyse sera conduite sur un seul échantillon de travail ou bien sur deux sous échantillons prélevés indépendamment, ayant chacun la moitié du poids requis.

## b. Séparation

- Le sous échantillon (échantillon de travail de l'analyse de pureté) est étalé sur la table de travail.
- Chaque particule est évaluée individuellement en fonction de son apparence externe (forme, dimension, couleur, brillance, texture de surface) et/ou son apparence à la lumière transmise.
- Toutes les autres semences et les particules de matières inertes sont éliminées de façon à ne laisser que les semences pures (les séparations conduisent aux trois composantes décrites précédemment).
- Les semences contenues dans des fruits autres que ceux déjà cités sous le terme "semences pures" devraient être décortiquées, le fruit vide détaché sera classé dans la catégorie des matières inertes.
- Une fois la séparation effectuée, on pèse chaque composante, chaque espèce de semences et chaque type d'autres matières nécessitant qu'un pourcentage soit reporté. La pesée se fait en grammes jusqu'au minimum de décimales près permettant de calculer le pourcentage à une décimale près. Les résultats seront marqués sur le bulletin d'analyse de pureté (paragraphe no.10 des Normes de l'ISTA).

### Exemples:

Lorsque le poids en (g) de l'échantillon est:	Lorsque l'échantillon de travail et ses composantes sont exprimés au nombre de décimales près.	Exemples de résultats (g)
<1	4	0,8036
1 - 9,999	3	8,036
10 - 99,9	2	80,36
100 - 999,9	1	803,6
> 1000	0	8036

- Les composantes pourraient être retenues pour toute référence future tandis que les semences pures sont envoyées à l'unité de germination où 400 semences seront analysées pour déterminer leur faculté germinative.

## c. Tolérances

- Si une analyse est effectuée en double exemplaire à partir de deux demi-échantillons, l'écart entre les deux résultats obtenus ne devrait pas dépasser les limites tolérées définies dans le chapitre 14 "L'échantillonnage des Semences": Tableau 2, colonne 3. Si l'écart dépasse la tolérance spécifiée, une autre paire devrait être analysée selon les procédés prescrits par les Normes de l'ISTA.
- Lorsqu'on effectue deux analyses de pureté spécifique ou plus pour

l'échantillon de travail, les résultats devraient varier entre les limites de tolérance précisées dans le chapitre 14 "L'échantillonnage des semences": Tableau 2, colonne 4. Ces limites pourraient être utiles pour comparer les résultats obtenus par les différentes stations qui ont analysé le même lot de semences.

#### **d. Enregistrement des résultats**

Les résultats de l'analyse de pureté spécifique devraient être enregistrés à une décimale près. La somme de tous les pourcentages devrait être égale à 100. Les composantes dont le pourcentage est inférieur à 0,05 % sont signalées être des traces. Les noms latins des espèces de semences pures, de chaque espèce de semences étrangères ainsi que la nature des matières inertes doivent être également reportées.

### **Appareillage utilisé durant l'analyse**

**Instruments optiques:** Il serait utile d'avoir une lentille qui permet de grossir 3 à 5 fois. Un microscope binoculaire pourrait être utile pour identifier les espèces à petites semences et pour déceler la présence d'espèces difficiles à différencier des semences de la culture.

**Balances:** Les balances qu'on a l'intention d'utiliser pour peser les échantillons, les sous échantillons, les fractions et les composantes devraient satisfaire aux conditions requises de précision.

On peut déterminer toute la gamme de poids variant entre 0,5 et 1000g à l'aide de deux balances: une balance analytique précise au 0,1 mg près (de capacité 160-200 g) et une balance de précision, précise aux 10 mg près (ayant une capacité d'environ 1 kg) (voir tableau 1, balance de précision 1).

Lorsqu'il faut analyser plusieurs échantillons durant la saison de pointe ou bien déterminer la teneur en eau, il est nécessaire de disposer d'une 3<sup>ème</sup> balance de type intermédiaire (tableau 1, balance de précision 2). Il convient que les trois balances soient munies d'un système de lecture directe des résultats et d'un mécanisme de tarrage.

Il faut choisir les balances fabriquées par des sociétés qui offrent des contrats sérieux d'entretien, les balances seront ainsi révisées au moins une fois par an (deux fois de préférence).

**Table de pesage: (Fig.4)** Il faut placer la balance sur une table construite d'une dalle en pierre épaisse de 8 cm, reposant sur un amortisseur anti-vibrations supporté par des piliers en béton ou en briques. On peut acheter ces tables chez les fabricants de balances mais habituellement elles sont fabriquées sur place. La table de pesage devrait être placée sur un parterre en béton ou contre un mur en briques.

**Table 1. Les types de balances.**

	Capacité (g)	lecture (mg)
Balance analytique	160 (200)	0,1
Balance de précision 1	1000 (2000)	10
Balance de précision 2	160 (220)	1

**Tamis:** Une série de petits tamis manuels à orifices de dimensions différentes aide à subdiviser l'échantillon de travail en deux ou plusieurs portions plus homogènes. Ceci rend le test plus précis et accélère la conduite de l'analyse.

**Autres appareillages:** (Fig.5 et 6): Il faut disposer de cuillères, de spatules, de pinces, de scalpels, de pincettes et de plateaux peu profonds. Les entonnoirs et les loupes sont nécessaires lors d'une analyse ordinaire de pureté. Il est préférable de mettre l'échantillon de travail et ses composantes dans des boîtes métalliques au lieu des sacs en papier.

**Collection de semences:** La collection principale de semences devrait être entreposée dans un placard divisé en unités métalliques contenant de petits tiroirs en plastique. Les semences sont placées dans des tubes à essais en verre qu'on étiquette et on entrepose dans ces tiroirs (Fig.7). Par ailleurs, une petite collection ainsi préparée par chaque analyste pour lui servir de référence rapide peut s'avérer très utile. Des tubes spécimens de semences de plantes cultivées et de graines de mauvaises herbes sont ainsi arrangés dans des compartiments à l'intérieur d'un bloc en bois (Fig.5).

## **Analyses spéciales**

Plusieurs autres analyses qui ne font pas partie de l'analyse de pureté spécifique sont effectuées par le département chargé de conduire cette analyse.

**Détermination en nombre des semences d'espèces étrangères (Norme 4 de l'ISTA):** Lors des échanges commerciaux internationaux, cette analyse est utilisée principalement pour identifier les semences des espèces nuisibles ou indésirables. La quantité habituelle de semences utilisée pour l'analyse de pureté ne suffit pas à cette analyse. Pour ce, il faudrait l'augmenter de dix fois. (voir chapitre 14 "L'échantillonnage des semences": Tableau 1, colonne 5). L'analyste compte uniquement le nombre de semences issues des espèces

citées par l'expéditeur ou celles définies par une loi donnée de semences sans toutefois séparer l'échantillon en composantes. Afin de détecter tout écart important entre les résultats obtenus par la station d'essais en question ou par d'autres stations différentes, il est conseillé de se référer au tableau 4A des Normes de l'ISTA.

**Le poids de 1000-semences (Norme 10 de l'ISTA):** Le poids de 1000-semences est déterminé par les dites procédés de détermination du poids. Le procédé décrit dans la Norme 10 de l'ISTA est plutôt compliqué et beaucoup moins fiable que lorsque les semences de la fraction pure de chaque demi-échantillon de travail sont dénombrées (après avoir complété le test de pureté). Si l'écart entre les résultats ne dépasse pas les 2% , la moyenne des deux demi-échantillons est utilisée pour calculer le poids de 1000 semences.

**Vérification des espèces ou des cultivars (Norme 8 de l'ISTA):** Ce test trouve plusieurs applications. Il est mené selon des techniques différentes, cependant, il doit toujours être conduit par un analyste exceptionnellement habile.

**Analyse cytologique:** Le degré de ploïdie est un aspect majeur de la qualité de la betterave sucrière et de quelques herbes. Par exemple, les semences triploïdes de betterave produisent de meilleures cultures que les semences diploïdes ou tetraploïdes. Cependant les lots de semences sont toujours composés d'un mélange de ces trois types. Cette analyse permet de déterminer chaque niveau de ploïdie par comptage des chromosomes dans les cellules obtenues après broyage et coloration des extrémités des racines ou dans les feuilles primaires des plantules.

Pour la betterave, l'échantillon soumis doit être divisé à l'aide de tamis afin de produire un échantillon de travail représentatif. On procède ensuite au comptage des chromosomes de 4x50 semences. Les Normes de l'ISTA ne décrivent pas ce procédé dont la conduite nécessite une formation spéciale.

## **Les semences enrobées (Annexes des Normes de l'ISTA, Appendice A)**

Les annexes des Normes de l'ISTA ne fournissent que des lois provisoires pour l'analyse des semences enrobées. On suit le même procédé que celui utilisé pour l'analyse des semences normales mais l'échantillon est séparé en semences pures enrobées, semences non-enrobées et en matières inertes (Normes de l'ISTA, Appendice A, 3.2). Après pesée, 100 semences pures enrobées sont placées dans un petit récipient contenant de l'eau. Après quelques minutes, le contenu du récipient est versé à travers un tamis à mailles fines pour retenir les particules mélangées aux boules. Le nombre de semences de chaque espèce et le type de matières inertes sont ainsi déterminés. (voir l'explication complète dans les Normes de l'ISTA, Appendice A, 3.4).

## **Enregistrement des résultats de l'analyse de pureté**

**Bulletin d'analyse de pureté:** Le bulletin d'analyse (Fig.12), tout comme les autres bulletins, est composé de deux sections principales séparées par une ligne double; la section inférieure sert à enregistrer les résultats de l'analyse, tandis que la section supérieure est réservée aux conclusions finales et aux observations supplémentaires.

L'analyse de pureté spécifique est effectuée en double exemplaire sur deux sous-échantillons (ou demi-échantillons de travail) prélevés et analysés indépendamment (appelés 1<sup>er</sup> repliquat et 2<sup>ème</sup> repliquat sur le bulletin). Par conséquent deux bulletins d'analyse sont nécessaires, le premier pour l'enregistrement des résultats du "2<sup>ème</sup> repliquat" et le second pour les résultats du "1<sup>er</sup> repliquat" ainsi que de la moyenne des deux. De cette façon, les résultats obtenus par un analyste n'influencent pas les résultats de l'autre. Les deux séries de résultats ne seront comparées qu'après calcul des pourcentages.

**Comment remplir le bulletin d'analyse ?** Lorsque l'échantillon soumis et ses doubles bulletins d'analyse de pureté sont reçus, l'analyste en charge de la section nomme deux assistants qui préparent les deux demi-échantillons de travail et effectuent l'analyse.

Chaque assistant:

- Confirme que le numéro d'analyse présent sur l'étiquette de l'échantillon soumis est identique à celui présent sur le bulletin.
- Marque le numéro de l'analyse et le nom de l'espèce en précisant le numéro de l'exemplaire ("premier" ou "second") sur les boîtes où se trouve l'échantillon de travail et signe son nom.
- Prélève un échantillon de travail (selon le procédé décrit dans cet article), le pèse, marque le poids sous la rubrique "échantillon de travail" à l'extrémité supérieure de la colonne de la fiche (exprimé en grammes), inscrit la date et signe son nom dans la rubrique "pesée de l'échantillon de travail".
- Soumet l'échantillon de travail au souffleur et répartit les différentes fractions dans des boîtes séparées (si l'échantillon nécessite un fractionnement par soufflage pour simplifier le travail ou pour se tenir aux conditions requises).
- Marque la vitesse de soufflage pour chaque boîte (par lecture du manomètre ou de la valve d'ouverture).
- Marque la vitesse de soufflage et la date et signe son nom sous la rubrique "soufflage".
- Transporte les fractions et le bulletin à la table de travail.

Sur la table de travail, le même assistant ou un autre:

- Soumet le demi-échantillon (fractionné ou non) à une analyse de pureté spécifique.

- Marque le type de matières inertes sous la rubrique "1" et les noms scientifique ou latin des autres semences sous le "2".
- Marque le nom scientifique des semences pures sous "Nom latin des espèces (déterminé par l'analyste)".
- Marque la date et signe son nom sous la rubrique "analyse".
- Demande à l'expérimentateur en charge de la section de contrôler les données obtenues.
- Pèse les composantes dans l'unité de pesage.

L'analyste en charge est responsable de tous les résultats enregistrés. Il/elle signe son nom et marque la date de l'analyse sur le bulletin, confirmant le nom des espèces de semences pures (voir le *Catalogue Fixe des Noms de plantes*, ISTA 1983) en les inscrivant sous la rubrique "espèces comme indiquées par l'analyse". Il envoie ensuite le bulletin au bureau, au cas ou un centre administratif effectue les calculs.

Au bureau, l'employé en charge:

- Calcule à deux décimales près les pourcentages des composantes.
- Compare les deux séries de pourcentages obtenus pour les deux exemplaires puis compare l'écart entre ces pourcentages aux écarts prescrits par le tableau des tolérances.

Si l'écart entre les pourcentages dépasse les limites tolérées, l'analyste inscrit le numéro de l'analyse au coin droit supérieur du bulletin d'analyse et ordonne qu'une analyse supplémentaire soit effectuée.

Si l'écart est toujours dans les limites tolérées, l'analyste:

- Inscrit le pourcentage moyen de l'analyse dans la colonne "moyenne des répliquats".
- Arrondit ces pourcentages à une décimale près.
- Corrige les pourcentages jusqu'à ce que leur somme soit égale à 100% en corrigeant uniquement les pourcentages de matières inertes (les impuretés dont le pourcentage est inférieur à 0,05 % sont indiquées comme "traces" et ne sont pas incluses dans ce calcul).
- Copie les pourcentages corrigés dans la partie supérieure de la fiche.
- Remplit pour les deux exemplaires, les données désignées par "1) nature des matières inertes" et "2) autres espèces étrangères " au centre de la partie supérieure du bulletin et les additionne. Les données sont alors prêtes à être reportées sur le bulletin d'enregistrement (ou certificat).

La fiche supplémentaire (Fig. 13) est utilisée pour enregistrer les déterminations particulières qui sont normalement enregistrées sous le titre "Autres Déterminations" dans le Certificat de l'ISTA. De telles analyses comportent: le nombre de semences d'autres espèces (test de détermination en nombre), le poids de 1000 semences, le poids de l'hectolitre ou boisseau,

Semences pures	matières 1) inertes	semences 2) d'autres espèces				
espace réservé aux spécifications supplémentaires concernant le lot de semences			1) matières inertes			numéro de 5) l'analyse
espèce comme indiquée par le requérant			2) semences d'autres espèces			
espèce comme indiquée (en latin) par l'analyste en charge						
analyse approuvée par l'analyste en charge	Nom latin des espèces déterminées par l'analyste		1 <sup>er</sup> /2 <sup>ème</sup> repliquat			
	grammes	%	pesée de l'échantillon de travail	soufflage	analyse	pesée des composantes
échantillon de travail			% moyen des repliquats	<u>1) nature des matières inertes présentes dans ce repliquat</u>		
semences pures						
matières inertes 1)						
autres semences 2)						
total			<u>2) semences d'autres espèces présentes dans ce repliquat</u>			

Fig. 12. Bulletin d'analyse de pureté spécifique. Chaque exemplaire nécessite un bulletin séparé.

					numéro de l'analyse 6)
résultats de l'analyse					
L'espèce comme indiquée par le requérant	autres déterminations	Cuscute	Orobanche	nombre de semences d'autres espèces	Poids de 1000 graines
L'espèce comme déterminée par l'analyse (en latin ) effectuée par l'analyste en charge	1 <sup>er</sup> /2 <sup>ème</sup> repliquat	grammes	analyse	pesée	analyse approuvée
espace pour l'enregistrement des résultats d'un seul repliquat					

la vérification des espèces ou des cultivars, l'état phytosanitaire des semences, le pourcentage de graines germées, le pourcentage de graines craquées et autres.

## **Bibliographie**

- Felfoldi, E.M. 1983. Handbook of pure seed definitions with illustrations (excluding forest tree seeds). International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.
- ISTA (International Seed Testing Association). 1983. ISTA list of stabilized plant names (2nd edition, 1984). ISTA, Zurich, Switzerland.
- ISTA (International Seed Testing Association). 1985. International rules for seed testing. ISTA, Zurich, Switzerland.
- Van der Burg, W.J., Bekendam, J., van Geffen, A., and Heuver, M. 1983. Project seed laboratory 2000-5000. *Seed Science and Technology* 11(1): 157-227.

## **Réaction de coloration au phénol pour l'identification des variétés de semences de blé**

---

**P.K. Agrawal**

*Division de la Sciences et Technologie des semences,  
Institut Indien de Recherches Agricoles,  
New Delhi, 110012, Inde*

Le test de coloration au phénol est un moyen efficace pour identifier les variétés, ceci étant un aspect important d'un bon programme de production de semences. Depuis que Pieper (1922) a montré que les tests au phénol pouvaient être utilisés pour identifier les cultivars de blé, de nombreux chercheurs ont contribué à la normalisation de ce test, notamment Esbo (1945), Korpinen (1964) et Walls (1965). La réaction de coloration au phénol constitue actuellement un des tests recommandés pour l'identification des cultivars de blé (Association Internationale d'Essais de semences 1976).

Le test au phénol est une méthode très simple permettant de classer les cultivars de blé en différentes catégories de couleur en fonction de leurs réactions au phénol. Les études biochimiques de la réaction de coloration au phénol ont montré l'intervention de l'enzyme Tyrosinase utilisant le phénol comme substrat (Esbo 1945). Les téguments sont le site des réactions biochimiques produisant une coloration noire, marron foncé ou marron brûlé, marron ou marron tabac, marron clair ou vert olive foncé ou alors ne produisant aucune coloration.

Cependant, il arrive souvent que plusieurs cultivars fassent partie d'un même groupe de couleur, ce qui rend plus difficile l'identification d'une variété particulière. Néanmoins, si on note fréquemment des observations durant le développement de la coloration du tégument, il serait alors possible de distinguer davantage les variétés en fonction des différents groupes de couleur.

### **Procédé expérimental**

Tremper divers cultivars de blé dans l'eau pendant la nuit, de préférence à une température de 20°C. Doubler le fond d'une boîte de pétri (de 15 cm de diamètre environ) avec deux couches de papier filtre. Saturer le papier filtre

avec 4 ml d'une solution aqueuse de phénol à 1% . Transférer les semences sur le papier filtre. Recouvrir la boîte et la placer à une température de 30°C pendant 4 heures.

Noter la réaction de coloration selon l'échelle suivante:

noir (+ + + +), marron foncé (+ + +), marron (+ +), marron clair (+) et pas de coloration (-).

## **Bibliographie**

- Esbo, H. 1945. Sortbestamning av hostvete medelst laboratoriemassiga, kemiska snabbmetoder. Medd fr. St. Centr. frokontrillanst. 1945: 59-76.
- International Seed Testing Association. 1976. ISTA Annual News Bulletin 1976.
- Korpinen, E. 1964. Variety testing of winter and spring wheat. Proc. Int. Seed Test. Assoc. 29:795-802.
- Pieper, G. 1922. Ein mittel zur interscheidung von Weizensorten an korn. Deutsche lantwirtschaftlinche Presse. 49.
- Walls, W.E. 1965. A standardized phenol method for testing wheat seed for varietal purity. Canada Department of Agriculture. Catalogue No. 68-3065.

# Physiologie de la germination et de la dormance des semences

---

**P.K. Agrawal**

*Division de la Sciences et Technologie des Semences,  
Institut Indien de Recherches Agricoles,  
New Delhi, 110012, Inde*

## La germination des semences

On appelle germination la reprise de la croissance active de l'embryon qui se traduit par la rupture du tégument et l'émergence d'une jeune plantule. L'Association Internationale d'Essais de Semences (ISTA) définit la germination durant un test de laboratoire comme étant l'émergence à partir de l'embryon de certaines structures essentielles et leur développement, ce qui indique la capacité des semences sous essais de se développer en plantes normales dans des conditions pédologiques favorables. Une plantule n'est classée normale que lorsqu'elle possède la capacité de poursuivre son développement jusqu'à produire une plante normale.

On distingue deux types de germination: il s'agit du type hypogé selon lequel le cotylédon n'émerge pas au dessus de la surface du sol (par exemple, le pois) et du type épigé selon lequel le cotylédon émerge au dessus de la surface du sol (par exemple, l'haricot). La germination comprend 4 phases: l'imbibition, l'activation enzymatique, l'élongation/division cellulaire et le port.

## Les facteurs qui influencent la germination

L'eau, l'oxygène, la température et la lumière influencent la germination des semences; les 3 premiers facteurs étant les plus essentiels.

1. *L'eau:* Le degré d'imbibition d'eau est déterminé par la composition chimique de la semence, la perméabilité à l'eau du tégument et la disponibilité de l'eau dans l'environnement. Néanmoins, l'imbibition n'est pas en relation avec la viabilité de la semence.

Le gonflement reflète jusqu'à une certaine mesure, la présence de

réserve à l'intérieure même de cette semence. Les protéines sont responsables de l'imbibition d'eau, cependant d'autres composantes telles que les parties cellulosiques et les constituantes pectiques gonflent également. L'amidon, même en grandes quantités, ne contribue pas au gonflement total de la semence. En effet, il gonfle uniquement à un pH très acide ou après un traitement à température élevée, conditions se produisant très rarement dans la nature.

2. *L'oxygène:* Le processus de germination nécessite une dépense d'énergie. C'est pourquoi l'oxygène est essentiel à la respiration aérobie.
3. *La température:* Les différentes semences germent à des températures variables. Les températures trop basses ou trop élevées inhibent la germination des semences. L'effet de la température est totalement indépendant des autres facteurs.
4. *La lumière:* Les semences de la plupart des plantes cultivées germent aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière. Cependant, il a été observé que la germination des semences fraîchement récoltées de certaines espèces comme la laitue (*Lactuca sativa*), germent plus rapidement en présence de lumière.

Le pigment phytochrome, responsable de l'absorption de l'énergie lumineuse durant la germination, est de nature protéique, de couleur bleue et existe sous 2 formes: l'une absorbe la lumière rouge ( $P_r$ ) et l'autre absorbe l'infra-rouge ( $P_{ir}$ ). La nature de la lumière utilisée durant le traitement détermine la réaction de la semence. La lumière rouge (660 nm) favorise la germination tandis que l'infra-rouge (730 nm) l'inhibe. La réaction est réversible comme indiqué ci-dessous:

## Les facteurs qui favorisent la dormance des semences

L'état d'inhibition de la croissance des semences dû à plusieurs facteurs endogènes est connu sous le nom de dormance ou période de repos. La dormance est influencée par les caractéristiques du tégument. Celui-ci peut être imperméable à l'eau comme chez nombreuses légumineuses et chez le lotus d'eau, imperméable à l'oxygène comme chez le *Xanthium* ou présentant une résistance mécanique comme l'*Amaranthus retroflexus*. Le caractère de l'embryon influence également la dormance. Par exemple, les embryons du frêne sacré et européen sont rudimentaires alors que les embryons de la pomme et de la pêche sont dormants. Par ailleurs, il existe d'autres inhibiteurs de germination tels que les composés phénoliques (les acides caféiques, féruliques, et abscissiques).

On peut surmonter la dormance de différentes façons: en cicatrisant les semences, en les exposant à des températures basses (5 à 8°C), à des températures élevées (40 à 45°C), à des températures fluctuantes (20 et 30°C) ou à la lumière. De nombreux produits chimiques servent également à surmonter la dormance (tableau 1).

Tableau 1. Produits chimiques utilisés pour surmonter la dormance.

<u>Régulateurs de croissance</u>	gibbérellines; cytokinines; éthylène
<u>Produits tirés des plantes</u>	fusicoccine; cotyléno; cotylénine; strigol (exudat des racines de la plante hôte)
<u>Inhibiteurs de croissance</u>	Azide; cyanide; malonate; sulfure d'hydrogène; monoxyde de carbone; fluorure de sodium; acétate d'iode; dinitrophénol; L- et D- chloramphénicole hydroxylamine
<u>Oxydants</u>	Hypochlorite; oxygène
<u>Composés azotés</u>	Nitrate; nitrite; hydroxylamine; tiurée
<u>Composés sulfurés</u>	Ditiotreitol; 2-mercaptoéthanol; 2, 3-dimercaptopropanol
<u>Divers</u>	Acétone; éthanol; éthyle; éther; chloroforme; bleu de méthylène; dioxyde de carbone; phénols; hydroxyquinoleine; diméthylglyoxime

Lors des essais de semences, le nitrate de potassium, l'acide gibberellique ( $GA_3$ ), la kinétine, l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique sont utilisés fréquemment.

Le modèle proposé dans la fig.1 pour le contrôle de la dormance des semences à l'aide d'hormones présente le rôle essentiel de l'acide gibbérellique et le pouvoir des cytokinines à solliciter la germination des semences.

Sans gibbérellines		Avec gibbérellines	
-	Cytokinin +		- Cytokinin +
Inhibiteur	Pas de germination	-	Germination
		Inhibiteur +	Germination
			Pas de germination

Figure 1: Le rôle essentiel des gibberellines et le pouvoir des cytokinines à solliciter la germination des semences.

**Les gibbérellines jouent apparemment le rôle d'avant-garde dans la régulation de la germination et le déclenchement de la levée de la dormance. Les inhibiteurs tels que l'acide abscissique et les cytokinines jouent un rôle secondaire, respectivement préventif et facultatif.**

## **Bibliographie**

- Bewley, J.D. and Black, M. 1978. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination. Vol. I. Development, germination, and growth. Springer-Verlag, Berlin.**
- Khan, A.A. (ed.). 1977. The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. Elsevier/North Holland Biomedical Press, Amsterdam.**

## Une introduction aux essais de germination \*

---

**A. van Geffen**

*Station Gouvernementale d'Essais de Semences,  
BP. 9104, 6700 HE Wageningen,  
Les Pays-Bas*

### **Introduction**

L'essai de germination prétend fournir des informations fiables quant à la valeur culturale des semences. Par ailleurs, les résultats de ces essais servent à comparer les qualités des différents lots. L'essai de germination doit fournir des résultats uniformes et reproductibles à l'intérieur même et entre les différents laboratoires d'essais.

Les essais aux champs ne sont normalement pas satisfaisants du fait que les résultats ne peuvent être reproduits de façon fiable, c'est pourquoi les méthodes de laboratoire ont été mises au point. En effet, la plupart sinon toutes les conditions externes peuvent être contrôlées de façon à produire la germination la plus régulière, rapide et complète et ce pour la plupart des échantillons d'une variété de semences donnée.

Lors des essais au laboratoire, la germination est définie comme étant l'émergence et le développement de certaines structures essentielles à partir de l'embryon des semences. Celles-ci indiquent, pour le type de semences en question, leur capacité de produire des plantes normales si les conditions pédologiques sont favorables. Il ne suffit pas que les conditions de germination au laboratoire soient assez précises pour stimuler la croissance des semences. Ils devraient également favoriser, en une période de temps limitée, le développement de la plantule jusqu'au stade où toutes les structures essentielles peuvent faire l'objet d'une évaluation qui permet de les séparer en plantules normales et anormales, ces dernières ne présentant aucune valeur agronomique pratique. La germination est exprimée en pourcentage de semences pures issues d'une variété donnée, produisant des plantules normales dans des conditions optimales de culture.

---

\* Tiré des Normes de l'Association Internationale d'Essais de Semences.

En général, si les semences à tester sont bien nettoyées, d'assez bonne qualité et ne sont pas en état de dormance, les résultats obtenus à partir des essais de germination conduits dans des conditions optimales au laboratoire devraient concorder positivement avec les résultats des levées aux champs.

L'essai de germination ne fournit pas une bonne prévision de la levée, il indique plutôt que les lots de qualité relativement supérieure présentent une meilleure levée que ceux de moindre qualité semés dans les mêmes conditions. L'Association Internationale d'Essais de Semences (ISTA) a mis au point des méthodes de germination et fourni des instructions concernant l'évaluation des plantules, destinées particulièrement à l'usage international. De nombreux pays les suivent même pour les évaluations faites au niveau national (ISTA 1985).

## **Principes de base**

Les semences de la fraction pure devraient faire l'objet de l'essai de germination. Quatre cents semences sont prélevées au hasard à partir de mélanges bien faits de semences pures, séparées en plusieurs repliquats doubles de 100, 50 et 25 semences chacun. Une distance uniforme est maintenue entre les semences placées sur un substrat humide dans le but de faciliter l'évaluation des plantules et d'éviter qu'elles n'entrent en contact les unes avec les autres avant qu'elles ne soient dénombrées et retirées. Ceci permet également d'éviter la propagation des infections.

Les repliquats sont alors placés dans des conditions optimales de germination dont un traitement permettant de surmonter la dormance au cas échéant. Un traitement anti-fongique, quoique rarement utilisé au cours des essais officiels de germination, peut être effectué sur requête.

Le premier dénombrement est effectué lorsque la majorité des plantules ont atteint un stade de leur développement permettant de les évaluer convenablement. Puisque la croissance des semences testées dépend des réserves de substances nutritives stockées, celles-ci doivent être évaluées avant que ces réserves ne soient entièrement épuisées et qu'elles ne commencent à pourrir.

Les plantules normales sont retirées et dénombrées. De même pour les semences pourries et les plantules décomposées, ce qui permet également d'éviter les risques de contamination. Le comptage est répété plusieurs fois au cours de l'essai, suivant le même procédé. Le dernier comptage prend également en considération les semences dures et les semences fraîches n'ayant pas encore germé. Si certaines semences ne commencent à germer qu'à la fin de l'essai, celui-ci est prolongé. Lorsque les écarts entre les résultats des analyses des repliquats correspondent aux limites maximales tolérées, la moyenne des plantules normales représente alors le pourcentage de germination.

## Matériel et Méthode

### Préparation du substrat

Les substrats utilisés pour l'essai de germination sont: le papier, le sable et la terre. Le choix du substrat dépend des dispositifs présents au laboratoire, des dimensions des semences à tester et des besoins de la plante en lumière. (Vous trouverez les descriptions détaillées concernant le papier, le sable et la terre dans les annexes des Normes de l'ISTA 1985, 5.4.A).

Le substrat ne doit pas être toxique ou contenir des moisissures, d'autres microorganismes ou leurs spores. Il doit aussi apporter l'aération et l'humidité nécessaires à la germination des semences. Le substrat doit être suffisamment humide afin de subvenir aux besoins de la germination sans toutefois tomber dans les excès. La quantité d'eau initialement ajoutée dépend de la nature et des dimensions du substrat. Afin de réduire l'arrosage après le semis, l'humidité relative de l'air environnant les semences devrait être maintenue à proximité du point de saturation. La valeur du pH du papier et du sable devrait être comprise entre 6,0 et 7,5.

### *L'eau*

On peut utiliser l'eau du robinet pour humidifier le substrat pourvu qu'elle ne contienne aucune impureté acide, alcaline, organique ou autre, sinon il faudrait utiliser de l'eau distillée ou désionisée.

### *Le papier*

Tous les papiers servant de substrat devraient être poreux mais à texture suffisamment fine pour empêcher les racines de pousser à l'intérieur du papier. Pour la plupart des semences, le papier ne doit pas être assez humide pour former un fil d'eau autour du doigt lorsqu'on essaie de le presser. Le papier filtre, le papier buvard et le papier serviette sont utilisés en tant que substrat de germination. Les semences sont placées à la surface d'une ou de plusieurs couches de papier ou bien germées entre deux couches (en utilisant des papiers en pochette, en rouleau ou des papiers plissés en accordéon). Les papiers plissés en accordéon conviennent le mieux à la germination des semences enrobées et celles très sensibles à l'excès d'humidité. En outre, il est possible de régler l'humidité durant ce test puisqu'il est normalement effectué à l'intérieur de boîtes fermées.

Les substrats en papier sont placés directement sur les plateaux d'une armoire de germination qui se trouve dans une chambre où l'humidité est proche de la saturation. Ils peuvent être également placés dans des boîtes fermées et recouvertes avec une couche épaisse de papier humecté.

### *Le sable*

On a d'habitude recours au sable pour les semences un peu plus grosses telles que les céréales, le pois et les haricots. Elles sont semées, compte tenu de leurs dimensions, dans une couche de sable et recouvertes d'une autre épaisse de 10 à 20 mm ou bien elles sont déposées sur la surface du sable et puis pressées à l'intérieur. Le sable doit être dépourvu de particules trop fines ou trop grosses et donc capable de passer à travers un tamis ayant des ouvertures de 0,8 mm de diamètre mais retenu toutefois par un tamis de 0,05 mm. Au besoin, le sable doit être lavé et stérilisé pour tuer les microorganismes et les semences d'espèces étrangères. La quantité d'eau ajoutée dépend des caractéristiques et des dimensions des semences en se gardant toutefois de trop humecter le sable, ce qui pourrait empêcher une aération optimale. Pour les semences de maïs et les grosses semences de légumineuses, le sable devrait être humecté à 60 % environ de sa capacité de rétention d'eau. Pour la plupart des autres espèces, le sable est humecté à 50% environ de sa saturation complète. Les couches de sable supérieures et inférieures devraient être ratissées afin de permettre un bon échange gazeux.

Le lit de sable est préparé (Fig.1 à 10) en remplissant tout d'abord les germoirs avec une couche de sable humide, nivelée (de préférence à l'aide d'un raclette métallique) et ratissée ensuite à l'aide de pincettes ou d'un râteau. Une fois ensemencées, les semences sont couvertes d'une couche de sable épaisse de 1 à 2 cm, le tout est bien nivelé puis légèrement ratissé (sans toutefois toucher aux semences). Le surplus de sable est enlevé à l'aide de la raclette en prenant soin de ne pas tasser le sable.

### *La terre*

De la terre ou du compost artificiel remplace d'habitude le sable lorsqu'il s'agit d'analyser les échantillons dont les plantules précédemment germées sur du sable ou du papier avaient présenté des symptômes de phytotoxicité. De telles semences pourraient redevenir normales si les substances toxiques sont absorbées par le complexe humique du sol.

Ce test est également utilisé pour confirmer l'évaluation des plantules au cas de doute. Cette méthode n'est cependant pas conseillée pour les tests routiniers de germination parcequ'il est plus difficile de normaliser le sol, ce qui pourrait entraîner une plus grande variation entre les résultats des tests.

Pour humecter la terre, il faudrait ajouter de l'eau jusqu'à pouvoir former des boulettes de terre faciles à casser lorsqu'elles sont pressées entre deux doigts. La terre est préparée de la même manière que le sable, cette méthode a été décrite précédemment.



Fig. 1 La boîte est remplie de sable mouillé et nivelé à l'aide d'une raclette.



Fig. 2. Le lit de sable est ratissé à l'aide d'une raclette.

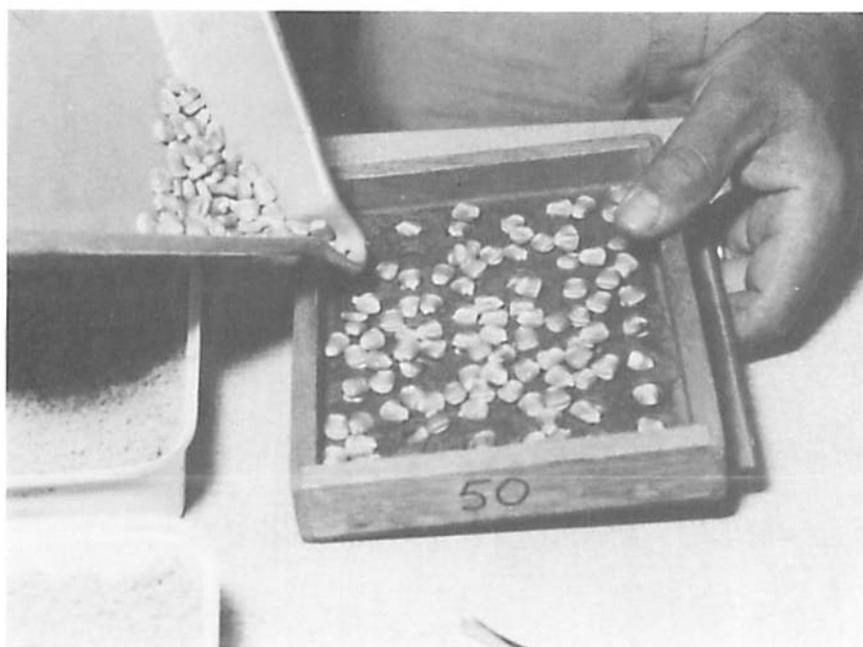


Fig. 3. La plaque de comptage est remplie de semences de façon régulière.

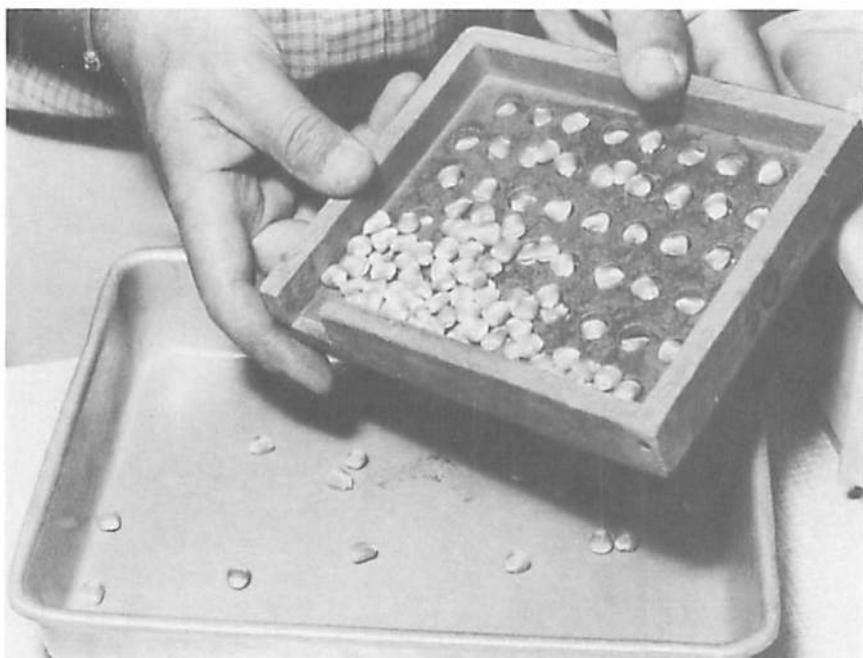


Fig. 4. L'excès de semences est éliminé par secousses.



Fig. 5. On corrige le nombre de semences à l'aide de pincettes.



Fig. 6. La plaque de comptage est placée à la surface du lit de semences, le plateau inférieur est alors tiré libérant ainsi les semences.



Fig. 7. Les semences sont alors recouvertes soigneusement d'une couche de sable non tassée.



Fig. 8. La couche supérieure de sable est soigneusement ratissée et nivelée à l'aide d'un râteau sans toutefois toucher aux semences.

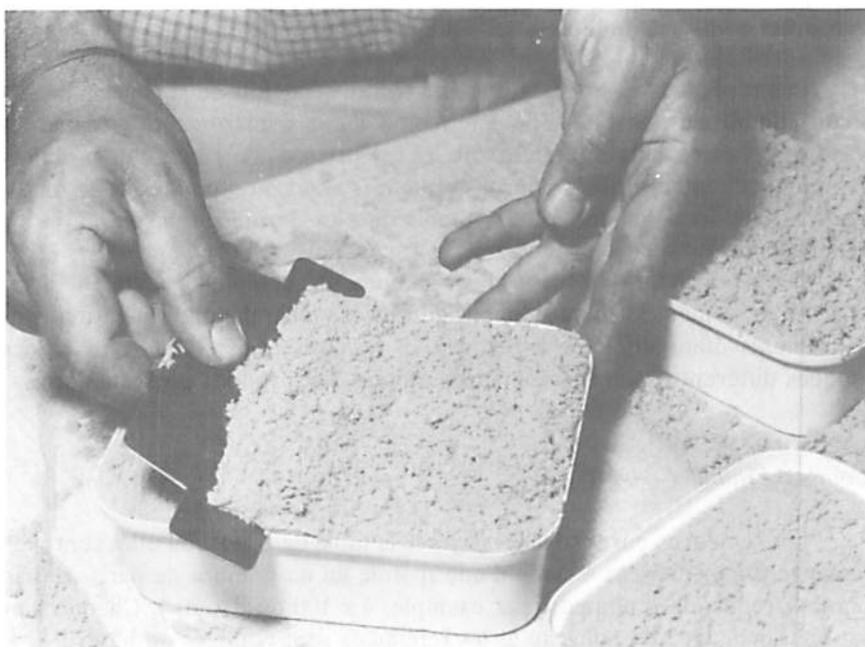


Fig. 9. Le surplus de sable est éliminé à l'aide de l'encoche de la raclette.



Fig. 10. Des étiquettes portant les numéros de l'analyse sont placées sur les lits de sable.

## Préparation des repliquats

Les repliquats des échantillons de travail (fraction de semences pures) sont dénombrées soit manuellement, soit à l'aide d'instruments mécaniques tels que les compteurs-aspirateurs ou les plaques de comptage. Les premiers sont habituellement utilisés pour les semences lisses, non-poilues et de forme ronde à elliptique (trèfles, choux) tandis que les derniers sont employés en général pour les semences plus grosses (maïs, pois et haricots).

Les têtes des aspirateurs et les plaques de comptage devraient avoir approximativement la même dimension que le substrat de germination. Ces instruments étant difficiles à nettoyer, il faudrait utiliser des têtes et des plaques différentes pour les semences traitées aux produits phytosanitaires.

### Comptage manuel (voir Fig.11)

Les semences pures sont versées sur la table de travail où elles sont bien mélangées puis divisées à l'aide d'une spatule en un nombre de parts égal au nombre requis de repliquats (par exemple, 4 x 100 ou 8 x 50 ). Chaque part est bien mélangée de nouveau et les repliquats sont comptés au hasard.

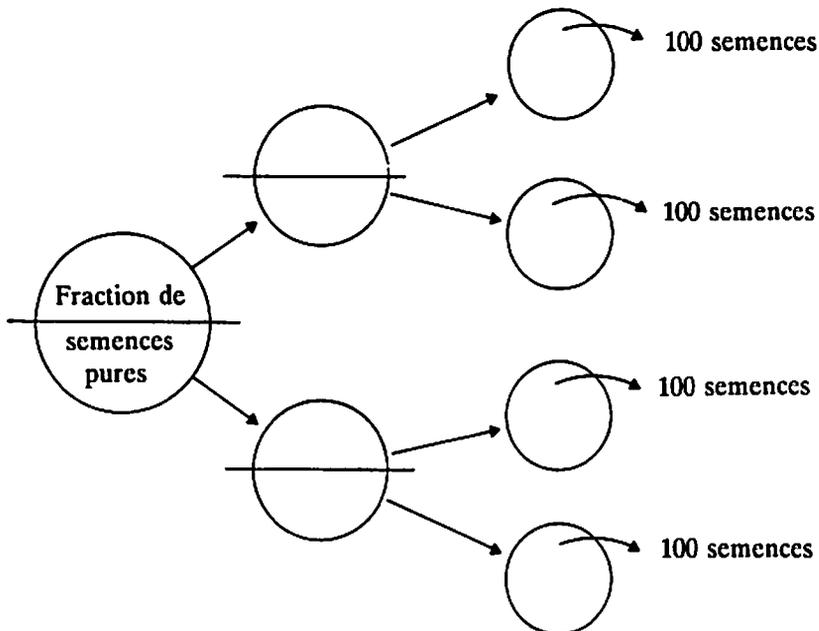
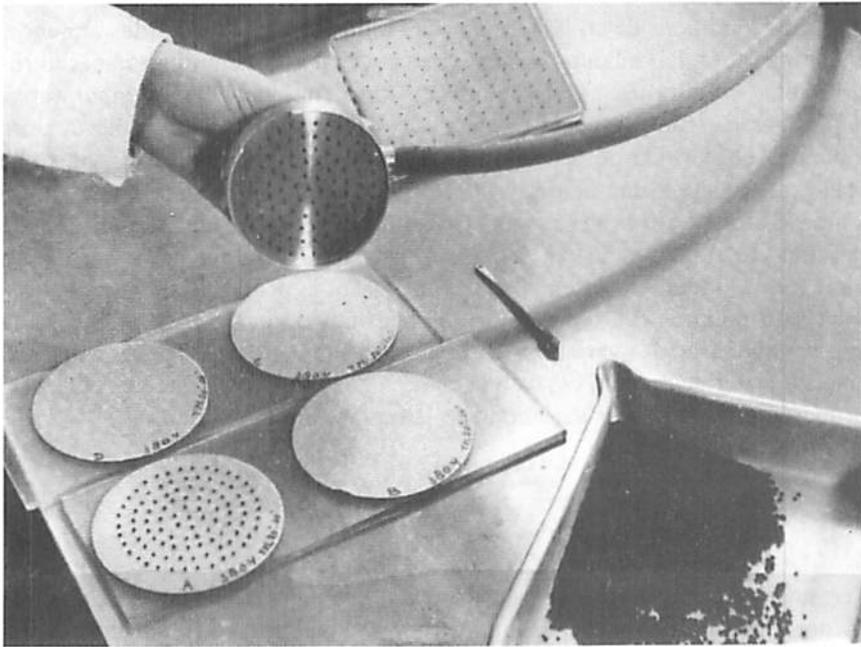


Fig. 11 Comptage manuel.

### *Comptage à l'aspirateur (voir Fig.12)*

Les semences sont étalées sur la tête de l'aspirateur dont la plaque est perforée de 50 ou 100 trous, les semences viennent se coller sur les trous quand l'aspiration est actionnée. Ces aspirateurs devraient être pourvus de têtes interchangeables de tailles différentes, le nombre et le diamètre des trous doit correspondre aux dimensions des semences et des substrats.

Pour éviter toute ségrégation possible, la totalité de la surface de la tête doit être recouverte d'une façon régulière avant de couper l'aspiration. Le surplus de semences est éliminé en renversant la tête de comptage pour corriger les trous qui n'ont aspiré aucune semence ou qui ont aspiré plus d'une semence. Il ne faut jamais placer la tête de comptage en position renversée au contact d'un échantillon, sinon seules les semences les plus légères seront sélectionnées.



**Fig. 12.** Têtes de comptage par aspiration.

### *Les plateaux de comptage (voir Fig. 3-6)*

Les plateaux de comptage consistent en deux plaques placées l'une au dessus de l'autre. Chaque plaque est pourvue d'un certain nombre de trous (par exemples 50 ou 100). La plaque inférieure sert de faux fond pouvant glisser en arrière et en avant de sorte que dans une position donnée, les trous

des deux plaques se correspondent. Ceci permet aux semences de tomber à un endroit donné de la surface du substrat. Pour éviter qu'il y ait sélection, le diamètre des trous devrait être suffisamment large pour permettre aux plus grosses semences de l'échantillon d'y s'adapter.

## **Conditions de travail**

### **Température**

La température est un des facteurs les plus importants des essais de germination menés au laboratoire. Pour pouvoir germer, les différentes semences ont souvent besoin d'une large gamme de températures. Celles ci comprennent habituellement une température optimale pour laquelle le taux de germination le plus élevé et le plus régulier est obtenu dans le délais le plus court.

Les conditions de croissance peuvent influencer les besoins des semences en température. Par ailleurs, les semences peuvent nécessiter des températures constantes ou alternées. Habituellement, lorsqu'on alterne les températures, la plus basse est maintenue 16 heures par jour tandis que la plus élevée dure 8 heures. La période de transition peut durer environ trois heures mais elle peut être réduite à une heure ou moins pour les semences dormantes. Si les températures alternées ne peuvent être contrôlées pendant une période donnée (les fins de semaines et les jours de congés), il faudrait alors garder les semences à la température la plus basse. Durant le processus de germination, il faudrait maintenir la température à l'intérieur du germe, aussi uniforme que possible avec des variations n'excédant pas  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  toutes les 24 heures. Il faudrait éviter de mener l'essai en présence de la lumière directe du soleil, ceci risque de provoquer des variations de la température supérieures à  $1^{\circ}\text{C}$ .

### **La lumière**

Les besoins en lumière des semences en germination sont très variables. Certaines ne germent qu'à l'obscurité, d'autres ont besoin de lumière, d'autres encore y sont indifférentes. La lumière non seulement favorise la germination de certaines semences mais aussi les plantules les plus vigoureuses, ce qui permet de mieux évaluer les structures essentielles et de réduire les risques d'attaque par les microorganismes. L'analyse n'est conduite à l'obscurité que dans les cas très rares où la lumière retarde la germination.

On peut utiliser aussi bien la lumière du jour que la lumière artificielle durant l'essai de germination, la chaleur dégagée par la source de lumière ne devrait cependant pas modifier la température de germination. Les lampes à fluorescence blanche sont idéales du fait qu'elles ne dégagent pas de chaleur et qu'elles émettent relativement peu d'infra-rouge et beaucoup de lumière rouge.

Les plantules sont d'habitude exposées à la lumière huit heures toutes les 24 en alternant les températures, la lumière étant fournie pendant les périodes de hautes températures. L'intensité de la lumière doit être comprise entre 750 et 1250 lux.

#### Traitements supplémentaires pour surmonter la dormance.

De nombreuses semences viables ne germent pas lorsque les conditions de germination sont normalement favorables à cause du maintien de la dormance physiologique, de la présence de substances inhibitrices ou d'un tégument trop dur. L'effet de la lumière et des températures alternées sur la levée de l'état de dormance a déjà été mentionné. Néanmoins, d'autres traitements existent et nécessitent tous des précautions extrêmes afin d'éviter d'endommager la plantule qui en résulte. Ces traitements induisant la germination sont les suivants:

- *Entreposage à sec:* Les semences sont entreposées pendant plusieurs semaines ou plusieurs mois avant l'essai de germination.
- *Préséchage:* Les semences sont chauffées à une température n'excédant pas les 40°C (35°C habituellement). Elles sont exposées à un courant d'air chaud pendant plus de sept jours avant l'essai de germination.
- *Préréfrigération:* Les semences sont placées sur un substrat humide à une température assez basse (5 à 10°C) pendant une période initiale avant passage à la température de germination. Cette opération peut durer un à sept jours. Pour les semences d'arbres cependant, une période plus longue (sept jours à douze mois) et une température plus basse (1 à 5°C) sont souvent requises.
- *Nitrate de Potassium:* Le substrat est humecté d'une solution de  $\text{KNO}_3$  à 0,2 % (2 g/l d'eau). Une humidification à l'eau a lieu ultérieurement.
- *Acide Gibbérellique ( $\text{AG}_3$ ):* Les substances régulatrices issues des plantes telles que l'acide gibbérellique, la kinétine, l'éthylène et les auxines sont réputées pouvoir surmonter la dormance de divers genres de semences. Lors des essais officiels de germination, l'emploi de l' $\text{AG}_3$  est limité à quelques espèces.

Selon le degré de dormance des semences, le substrat est humecté d'une solution de 200 à 1000 ppm d' $\text{AG}_3$ , préparée en dissolvant 200 à 1000 mg d' $\text{AG}_3$  dans un litre d'eau. Pour des concentrations supérieures à 800 ppm, l' $\text{AG}_3$  est dissout dans une solution tampon préparée en dissolvant 1,7799 g de  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  et 1,3799 g de  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  dans un litre d'eau distillée.

- *Pré lavage:* Les inhibiteurs naturels solubles dans l'eau peuvent être éliminés en trempant et lavant les semences à l'eau, antérieurement à l'essai de germination. La température de l'eau est habituellement maintenue entre 20 et 25°C. Après ce traitement, il serait nécessaire de se débarrasser de

l'excès d'eau avant de semer. (par exemple: les semences de *Beta*).

- **Modifications du tégument des semences et/ou d'autres structures:** Ce traitement est appliqué surtout aux semences de légumineuses. A l'aide d'une aiguille ou d'un scalpel, on essaie d'extirper, de transpercer, d'ébrécher ou de limer la testa vers l'extrémité des cotylédons. On arrive également à extirper la testa en utilisant les acides. Bien que ce dernier traitement ne nécessite pas beaucoup de main d'oeuvre, il faut lui réserver une attention spéciale afin que les semences ne soient pas endommagées par l'acide. Comme la durée du trempage à l'acide varie pour les divers échantillons de semences issus de la même espèce, les semences doivent être examinées régulièrement durant le traitement puis lavées minutieusement à l'eau courante pendant une durée égale à deux fois celle du trempage à l'acide. Par ailleurs, le fait d'enlever la pulpe de la semence (par exemple, *Tetragonia*) semble être une méthode acceptable pour initier la germination.

## L'évaluation de l'essai

Le degré d'exactitude avec lequel les plantules sont évaluées influence énormément l'uniformité des résultats de l'essai. On ne peut distinguer entre plantules normales ou anormales que si elles ont atteintes un stade de leur développement auquel toutes les structures essentielles peuvent être examinées (Fig. 13 et 14) mais bien avant que les réserves nutritives stockées dans l'endosperme, le périsperme et les cotylédons ne soient entièrement épuisées. Lorsque l'échantillon produit des plantules qui ne peuvent être facilement évaluées, l'essai devrait être répété dans des conditions favorables, utilisant cette fois-ci du sable ou de la terre de bonne qualité.

### Plantules normales

Une plantule normale possède la faculté de se développer continuellement en plante normale lorsqu'elle est cultivée dans un sol de bonne qualité et dans des conditions favorables d'approvisionnement en eau, de température et de lumière. Les plantules normales peuvent être intactes ou porter des imperfections minimales ou des infections secondaires. Le manuel de l'ISTA pour l'Évaluation des Plantules (Bekendam et Grob 1979) contient une classification détaillée des plantules normales. Voici quelques exemples de plantules portant des imperfections minimales:

- Plantules dont les racines primaires, l'hypocotyle ou l'épicotyle présentent des dégâts réduits tels que des tâches nécrotiques ou décolorées, des fissures, des craquements cicatrisés ou limités en profondeur.
- Plantules de *Zea* et de toutes les espèces de Malvacées, de Cucurbitacées et de Légumineuses à grosses semences dont la racine primaire est

sérieusement endommagée mais qui ont toutefois développé un nombre suffisant de racines secondaires.

- Plantules de dicotylédonées dont les cotylédons ou les feuilles primaires sont endommagées, sans toutefois qu'elles aient atteintes le degré auquel plus de 50% de la surface des cotylédons ou des feuilles primaires s'est arrêtée de fonctionner normalement.
- Plantules de Graminées dont le coléoptyle ou le mésocotyle est superficiellement endommagé.

### **Plantules anormales**

Une plantule anormale ne possède pas la faculté de se développer en plante normale lorsqu'elle est cultivée dans des conditions favorables et dans un sol de bonne qualité. Le manuel de l'ISTA pour l'Évaluation des Plantules (Bekendam et Grob 1979) contient une classification détaillée des plantules anormales. Les trois classes principales sont:

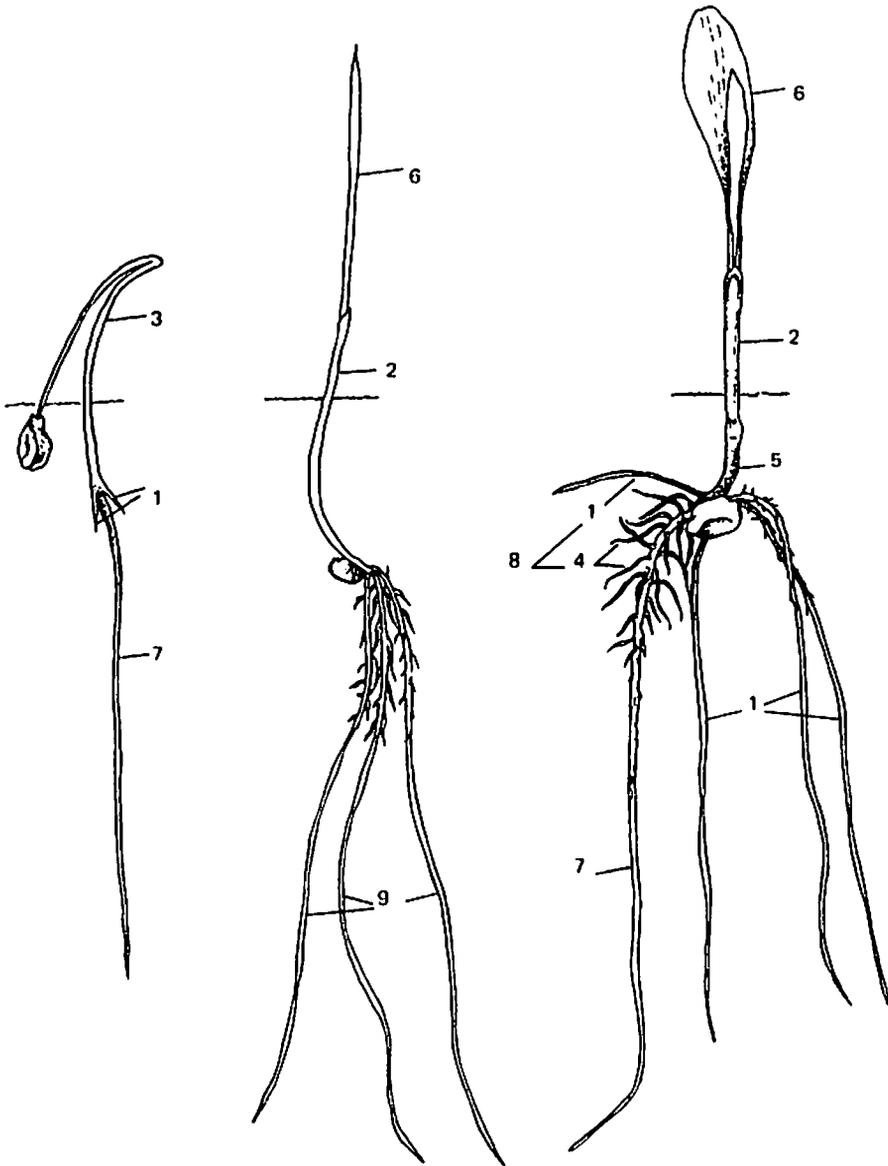
- Les plantules endommagées dont une des structures essentielles manque ou est sérieusement endommagées.
- Les plantules déformées ou déséquilibrées présentant une anomalie ayant souvent pour cause des perturbations internes à caractère physiologique/biochimique (par exemple, une carence en chlorophylle, des racines à géotropisme négatif et des plantules tordues, éfilées ou vitreuses).
- Les plantules pourries dont une des structures essentielles est contaminée ou pourrie à cause d'une infection primaire d'origine fongique ou bactérienne au point de limiter tout développement normal.

### **Semences dures**

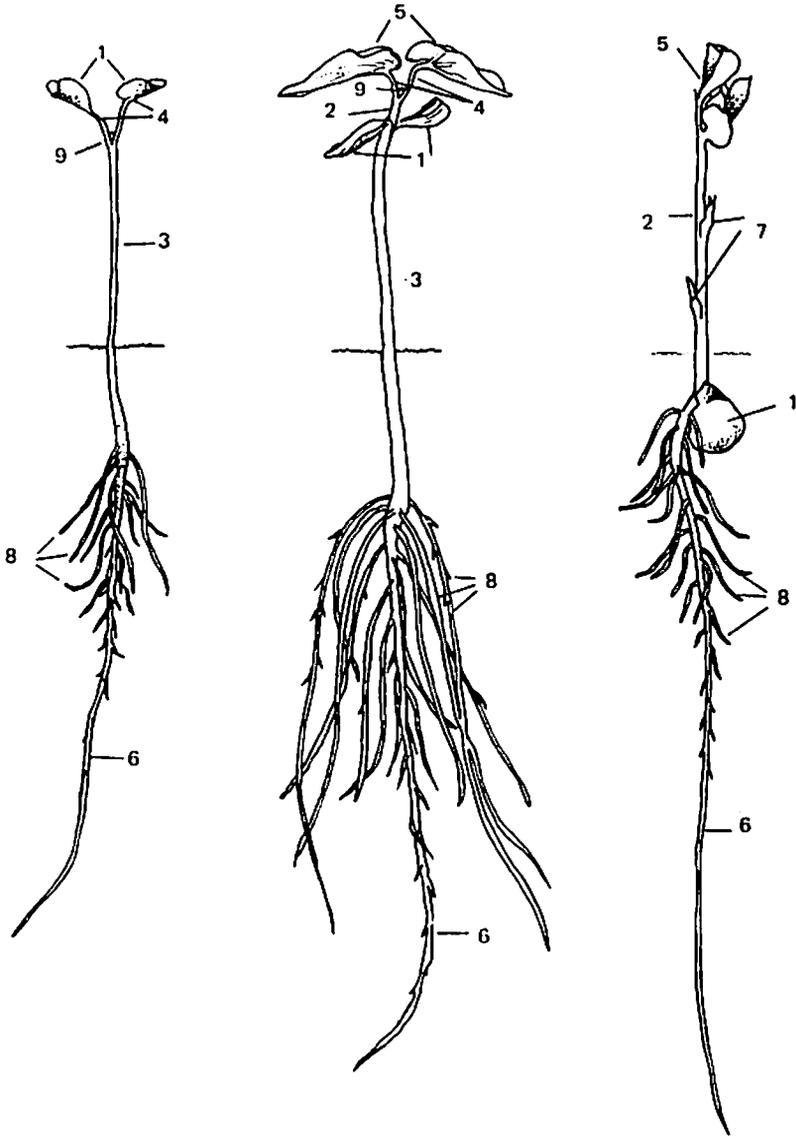
Les semences qui restent dures à la fin de l'essai parce que la structure de leur tégument ne permet pas à l'eau d'être absorbée, sont classées comme des semences dures (Légumineuses et Malvacées).

### **Semences fraîches non-germées**

Les semences capables d'imbiber l'eau tout en restant toujours fermées et apparemment viables même à la suite d'un traitement approprié pour surmonter la dormance sont classées comme semences fraîches non-germées.



**Fig. 13.** Les structures essentielles des plantules de monocotylédonées. (tiré de Bekendam et Grob 1979). (1) racines adventicelles; (2) coléoptile; (3) cotylédon; (4) racines latérales; (5) mésocotyle; (6) feuille primaire; (7) racine primaire; (8) racine secondaire; (9) racines séminales.



**Fig. 14.** Les structures essentielles des plantules de dicotylédonées. (tiré de Bekendam et Grob 1979). (1) cotylédons; (2) épicotyle; (3) hypocotyle; (4) pétiole; (5) feuilles primaires; (6) racine primaire; (7) écailles de feuilles; (8) racines secondaires; (9) bourgeon terminal.

## **Semences mortes**

Les semences non-germées qui ne sont ni fraîches ni dures, sont classées en tant que semences mortes. On peut les éliminer du substrat lors de n'importe quel dénombrement mais elles doivent être vraiment pourries. (Les semences vides ou endommagées par les insectes sont habituellement classées avec les semences mortes).

## **Durée de l'essai**

La durée de l'essai de germination varie en fonction de l'espèce de semences, du type de substrat, de la température et de la lumière. La période de réfrigération, traitement effectué pour surmonter la dormance, ne fait pas partie de la durée de l'essai.

Il est presque impossible de déterminer exactement à quel moment il faudrait procéder au premier dénombrement, toutefois il faudrait l'effectuer lorsqu'une bonne évaluation devient possible. Si la durée de l'essai est assez longue, un dénombrement intermédiaire peut s'avérer opportun pour les plantules qui ont atteintes une étape de leur développement permettant de les évaluer et d'en éliminer les plantules trop pourries et les semences décomposées. On doit cependant limiter au minimum le nombre des dénombrements intermédiaires afin de réduire les risques d'endommager les plantules insuffisamment développées. Il est quelquefois nécessaire d'effectuer des dénombrements plus fréquents lorsqu'un échantillon contient des semences infectées par des champignons ou des bactéries.

Dans plusieurs cas, les semences testées sur du sable ou de la terre ne sont comptées qu'une seule fois. Lors des essais officiels, une analyse peut être prolongée pour une période supplémentaire de sept jours au cas où certaines semences commencent à germer juste à la fin de l'essai. On peut également mettre fin à l'essai avant que la période officielle ne soit achevée, si l'analyste est certain que l'échantillon a complètement achevé de germer.

## **Enregistrement et calcul des résultats de l'essai**

Des fiches spéciales imprimées à l'avance servent à enregistrer les résultats des essais de germination (Fig.15) aussi bien que d'autres informations concernant les dates d'ensemencement et de comptage, l'endroit où les repliquats ont été placés et les types d'anormalités. Ces fiches facilitent aussi le calcul des moyennes des différentes catégories.

Au premier comptage, les plantules normales sont éliminées et enregistrées (sous la lettre N). Les semences pourries et les plantules décomposées sont également enlevées, dénombrées et enregistrées (respectivement sous M et A) ainsi que le nombre de plantules insuffisamment



développées et de semences non germées (sous R). On répète ce procédé à chaque comptage intermédiaire ultérieur. Les plantules classées anormales pour n'importe quelle autre raison ne sont pas enlevées du substrat (néanmoins, elles ne sont pas enregistrées comme anormales mais sous la lettre R). Cette opération se poursuit jusqu'au comptage final qui permet à l'analyste en chef de contrôler les types d'anormalités.

L'évaluation n'est complétée qu'au dernier jour de comptage. Les semences dures et fraîches qui n'ont pas germé sont enregistrées respectivement sous les lettres D et F). Le nombre de semences et de plantules appartenant aux différentes catégories doit être égal au nombre de semences initialement plantées (les semences "portées manquantes" ne sont pas acceptées).

Lorsque les nombres enregistrés dans les différentes catégories des quatre repliquats de 100 semences correspondent à l'intervalle de tolérance maximale (voir table 5 B des Normes de l'ISTA, 1985), la valeur moyenne est calculée au nombre entier le plus proche (0,50 et 0,75 sont arrondis vers le haut et 0,25 est arrondi vers le bas). Un second essai est nécessaire dans les cas suivants : les résultats des repliquats ne correspondent pas à l'intervalle de tolérance maximale, les résultats ne semblent pas fiables à cause d'une analyse conduite incorrectement, d'une contamination par des champignons ou des bactéries, de l'existence de phytotoxicité ou de dormance; l'évaluation des plantules, les calculs ou les enregistrements des résultats sont effectués incorrectement. Lorsque les résultats du second essai ne concordent pas avec le premier, un troisième essai devrait être effectué.

## Appareils de germination

Différents types d'équipements répondent aux exigences suivantes:

- Toutes les températures constantes ou alternées varient entre 5 et 35°C.
- La tolérance aux températures ne dépasse pas  $\pm 1^\circ\text{C}$ .
- Un brusque changement de température (entre 10 et 30°C en moins d'une heure) est possible.
- Une humidité de l'air proche du point de saturation.
- Des dispositifs produisant une illumination adéquate qui n'influence ni la température de l'expérience ni l'humidité relative.
- Un contrôle et une régulation automatique.
- La facilité de réparation et la disponibilité de pièces de rechanges.
- La facilité de nettoyage.

Les appareils les plus commun pour la détermination de la faculté germinative sont: les cabinets, les tables et les chambres de germination. Mis à part les contraintes financières, le choix des appareils dépend du nombre et du type de semences à analyser. Les laboratoires qui doivent analyser un grand nombre de semences de céréales germées sur du sable doivent disposer de

chambres de germination, ces semences nécessitent habituellement une prérefrigération. Quelque soit l'appareil sélectionné, il doit être régulièrement entretenu et constamment approvisionné en eau propre et en électricité, conditions difficiles à assurer dans de nombreuses régions tropicales et subtropicales.

### **Cabinets de germination**

Les cabinets sont équipés soit pour maintenir des températures constantes, soit des températures à la fois constantes et alternées. Ce sont des cabinets "humides" où la germination se fait sur des lits de semences à découvert ou bien des cabinets "à sec" où le substrat de germination doit être recouvert afin d'empêcher sa dessiccation. (Les cabinets "humides" sont très efficaces mais d'habitude coutent beaucoup plus cher que les cabinets "à sec"). La température et la lumière sont habituellement contrôlées automatiquement.

### **Les tables de Jacobson ou de Copenhagen**

Cet appareil consiste en un plateau recouvert de papier filtre où les semences sont placées. Les papiers sont maintenus humides à l'aide d'une mèche qui s'étend du lit de semences jusqu'au bassin d'eau sous jacent à travers des fentes ou des trous dans le plateau de germination. Afin d'empêcher la dessiccation, le lit de semences est couvert d'une cloche en verre ouverte à son sommet, assurant ainsi une ventilation acceptable sans causer une évaporation excessive. La température est maintenue constante soit indirectement par chauffage/refroidissement de l'eau du bassin, soit directement par régulation du plateau (d'habitude automatiquement). Le bloc entier est éclairé par une lumière naturelle ou artificielle.

### **Les chambres de germination**

Les chambres de germination peuvent également être munies d'une régulation constante de leur température ou à la fois d'une régulation constante et alternée. Les chambres peuvent être maintenues humides ou à sec et pourvues ou non de systèmes d'éclairage. Il est assez onéreux de construire, d'utiliser et d'entretenir une chambre humide. Les chambres où seule la température est contrôlée à l'aide d'un conditionneur à air sont moins onéreuses et plus faciles à opérer, le substrat de germination doit cependant être protégé contre la dessiccation. Les chambres peuvent être munies d'étagères mais il est plus pratique de transporter le matériel d'une chambre à une autre à l'aide de chariots, lorsque des températures alternées ou une prérefrigération sont requises.

## Conseils spécifiques à la germination du blé, de l'orge, du pois chiche et des lentilles.

Les détails concernant les milieux et les appareils de germination sont cités dans les Normes de l'ISTA (ISTA 1985), en particulier dans les paragraphes 5.4A, 5.5A, et 5.6A. Le Tableau 1 présente les spécifications définies pour les espèces ci discutées:

Ceci est un extrait du manuel ISTA pour l'évaluation des plantules (Bekendam et Grob 1979).

### L'évaluation du blé, de l'orge, du seigle, et de l'avoine

Le grain mûr consiste en un caryopse nu (*le triticum* par exemple) ou enfermé entre la lemma et la palca de l'unité récoltée (*Le Hordeum* par exemple). L'embryon est situé à l'une des extrémités du caryopse. Le scutellum reste en contact direct avec l'endosperme qui constitue la principale réserve de matières nutritives. L'axe embryonnaire se termine par une radicule et un nombre spécifique de racines séminales. La radicule est entourée d'une gaine protectrice, la coléorhize. La plumule située à l'extrémité supérieure de l'axe embryonnaire est entourée également d'une gaine protectrice, le coléoptile. La partie de l'axe de la plantule située entre le point d'attache du scutellum et le coléoptile est appelée le mésocotyle.

Au début de la germination, la coléorhize perce à travers le péricarpe et les racines primaires poussent à travers la coléorhize suivies presque simultanément par les autres racines séminales. L'apparition des racines séminales est suivie d'une elongation du coléoptile à l'intérieur duquel la première feuille se développe et à partir duquel elle émerge juste vers l'extrémité. Le mésocotyle peut s'allonger considérablement selon l'espèce testée et en fonction des conditions de l'expérience.

Les plantules normales possèdent:

- Au moins deux racines séminales intactes ou très peu endommagées (décolorées ou portant des tâches nécrotiques).
- Le mésocotyle (lorsqu'il est développé) est intact ou très peu endommagé.
- Le coléoptile est intact ou très peu endommagé (décoloré ou portant des tâches nécrotiques, des torsions molles ou bien le coléoptile est fendu à partir de son extrémité jusqu'au tiers ou moins de sa dimension).
- La feuille intacte émergeant vers l'extrémité du coléoptile (ou bien qui a atteint au moins la moitié supérieure de sa longueur) ou très peu endommagée (décolorée, portant des tâches nécrotiques ou des dégâts superficiels).

Tableau 1. Spécifications concernant l'essai de germination des semences d'espèces différentes.

Espèces	Substrat	Température (°C)	Premier comptage (jours)	Dernier comptage (jours)	Remarques supplémentaires
1. <u>Hordeum vulgare</u>	S; EP	20	4	7	préchauffage (30-35°C); prérefrigération; AG <sub>3</sub>
2. <u>Triticum aestivum</u>	S; EP; SP	20	4	8	Même traitement que le <u>Hordeum</u>
3. <u>Triticum durum</u>	S; EP; SP	20	4	8	Même traitement que le <u>Hordeum</u>
4. <u>Cicer arietinum</u>	S; EP	20;20-30	5	8	—
5. <u>Lens culinaris</u>	S; EP	20	5	10	Prérefrigération

S = sable; EP = entre le papier; SP = au dessus du papier; AG<sub>3</sub> = acide gibbérellique

Les essais ne doivent pas être évalués avant que la première feuille n'émerge du coléoptile de la plupart des plantules. Les plantules qui n'ont pas atteint ce stade de leur développement vers la fin de la première période sont considérées normales à moins que la feuille ne s'étende vers la moitié supérieure du coléoptile.

Les plantules à coléoptile fendu sont considérées normales lorsque la fissure s'étend de l'extrémité supérieure au tiers ou moins de la longueur du coléoptile. Au cas où la fissure s'étend plus que le tiers de la longueur du coléoptile ou bien si le coléoptile est fendu à sa base, la plantule doit être classée comme anormale. Lorsque la longueur de la fissure est évaluée, il faudrait prendre soin de ne pas l'élargir en manipulant la plantule.

Une plantule dont le coléoptile est pris entre les glumes ou l'enveloppe du fruit est considérée normale si son développement est normal. Cependant, si son développement est considérablement retardé elle est classée anormale.

Les semences de céréales traitées aux produits phytosanitaires et germées sur un substrat artificiel, le papier en particulier, produisent souvent des plantules présentant des symptômes de phytotoxicité tels que des coléoptiles courts ou enflés et des racines séminales tronquées. Si on trouve un grand nombre de plantules pareilles dans un essai, il faudrait effectuer un nouveau test en utilisant la terre comme substrat, celle-ci peut absorber les produits chimiques et réduire ou éliminer les symptômes de phytotoxicité. Toutes les plantules présentant des symptômes pareils, même si elles étaient plantées dans de la terre, sont considérées anormales.

## **Evaluation du pois chiche, des lentilles, du pois et de *Vicia* spp.**

Ce sont des dicotylédones à germination hypogée. Le pousse est constituée d'un épicotyle allongé et d'un bourgeon terminal portant des feuilles primaires en développement. Les cotylédons sont d'habitude retenus à l'intérieur du tégument de la semence. L'hypocotyle n'est pas visible.

Le système racinaire consiste en une racine primaire pourvue habituellement de poils et de racines secondaires qui doivent être prises en considération au cas où la racine primaire présente un défaut.

Les embryons des semences mûres appartenant à ce groupe possèdent deux larges cotylédons succulents contenant des réserves de matières nutritives. Une fois la germination est initié la racine primaire émerge à travers la testa et s'allonge rapidement, les racines secondaires se développent bientôt. L'hypocotyle est difficilement discernable, mais l'épicotyle s'allonge considérablement. Chez plusieurs genres de ce groupe (par exemple: *vicia* et *pisum*) l'épicotyle porte une à trois écailles de feuilles en dessous des feuilles primaires et du bourgeon terminal. Le bourgeon, situé à l'axe de chaque cotylédon, reste normalement dormant à moins que le bourgeon terminal ne soit sérieusement endommagé.

Les plantules normales possèdent:

- La racine primaire intacte ou légèrement défectueuse, décolorée ou présentant des tâches nécrotiques, des craquements ou des fissures cicatrisées à profondeur limitée. (à noter: les plantules sont également classées normales lorsque la racine primaire est défectueuse mais qu'un nombre suffisant de racines secondaires normales soit développé).
- Les cotylédons intacts ou légèrement défectueux (moins de 50% du tissu original ne fonctionne pas ou bien trois cotylédons sont présents).
- L'épicotyle intact ou légèrement défectueux (décoloré ou présentant des tâches nécrotiques, des craquements, des fissures, des fractures cicatrisées; des craquements ou fissures limitées en profondeur; des torsions molles).
- Les feuilles primaires intactes ou légèrement défectueuses (moins de 50% de la surface ne fonctionne pas).
- Le bourgeon terminal est intact.

Le point d'attache des cotylédons devrait être examiné pour tout signe de décomposition ou de maladie. De même, lorsque la tige principale ne se développe pas d'une manière satisfaisante, la plantule est classée anormale même si des pousses auxiliaires se sont développées.

## **Bibliographie**

Anonymes. 1952. Testing agricultural and horticultural seeds. USDA,

- Washington D.C., USA.
- Bekendam, J. and Grob, R. 1979. Handbook for seedling evaluation. ISTA, Zurich, Switzerland.
- International Seed Testing Association. 1985. International rules for seed testing. *Seed Science and Technology* 13:2. ISTA, Zurich, Switzerland.
- International Seed Testing Association. 1969. Equipment number. Proceedings ISTA 34: 1. ISTA, Zurich, Switzerland.
- Van der Burg, W.J., Bekendam, J., van Geffen, A., and Heuver, M. 1983. Project seed laboratory 2000-5000. *Seed Science and Technology* 11: 1, pp. 157-227, ISTA, Zurich, Switzerland.

## Détermination de la viabilité des semences par le test au tétrazolium

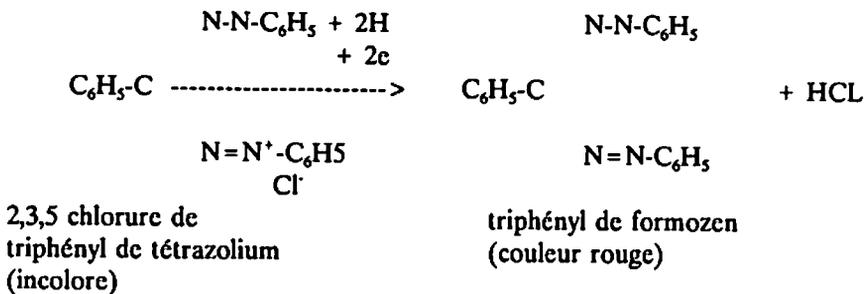
---

**P.K. Agrawal**

*Division de la Sciences et Technologie des Semences,  
Institut Indien de Recherches Agricoles,  
New Delhi, 110012, Inde*

Le test au tétrazolium fut développé en Allemagne dans les années 40 et introduit aux États-Unis après la seconde guerre mondiale. Ce test a pour but de fournir une estimation rapide de la viabilité des semences.

L'embryon vivant ou l'axe racine-germe des semences convertit la solution incolore imbibée de tétrazolium en une substance de couleur rougeâtre appelée formazen, suivant la réaction:



### Méthode

1. Il faut tremper les semences de blé et de pois chiche pendant la nuit dans l'eau à température ambiante.
2. Les semences ainsi trempées sont ensuite coupées longitudinalement (pour le blé et le maïs) ou latéralement (pour les petites semences d'herbe) afin d'exposer l'embryon. Les enveloppes externes des dicotylédonées (le pois chiche par exemple) devraient être éliminées afin de faciliter la pénétration rapide du tétrazolium.

3. Lorsque le nombre désiré de semences ait été ainsi préparé, elles sont trempées dans une solution de tétrazolium à 1,0%, ayant un pH de 6 à 7. Le trempage est effectué à une température de 30°C pendant 3 à 4 heures et de préférence à l'obscurité. La réaction est influencée par la température; par exemple, à 26°C, la coloration est deux fois plus rapide qu'à 20°C et deux fois plus lente qu'à 32°C. Il est cependant conseillé de ne pas dépasser les 40°C. Par ailleurs, une solution très acide de tétrazolium ne permettra pas à la coloration de se développer même lorsque les semences sont viables. Il a été montré également que des solutions de tétrazolium ayant un pH inférieur à 6 produisent une faible coloration qui finit par ne plus apparaître à des valeurs de pH encore plus basses. D'autre part, les solutions à pH supérieur au pH optimum produisent des colorations de plus en plus foncées.
4. Après que la couleur s'est développée, on se débarrasse de la solution de tétrazolium en rinçant les semences à l'eau deux ou trois fois. Les semences sont ensuite évaluées tout en les gardant submergées d'eau. S'il n'est pas possible d'évaluer la viabilité des semences le jour même, on peut garder les graines colorées dans l'eau au réfrigérateur pendant un à deux jours. La figure 1 montre les différents types de coloration obtenus avec le *Triticum aestivum* (blé). La figure 2 montre les résultats du même test obtenus avec des semences typiques de dicotylédonées. Plusieurs semences ne sont ni complètement mortes, ni entièrement vivantes. Il est par conséquent nécessaire d'établir une corrélation entre les différents types de coloration et la description de la plantule (présenté dans les figures 3 et 4).

L'interprétation exacte des résultats du test au tétrazolium dépend de la connaissance des structures de la graine et de la plantule, de la compréhension du mécanisme de l'analyse et de ses limites, de l'interprétation des différents types de coloration en relation avec les autres aspects visibles de la qualité des semences ainsi que de la maîtrise de la méthode utilisée.

L'analyste devrait être familier avec les zones de division cellulaire de l'embryon. Chez les herbes, ces zones comprennent: les extrémités des racicules, les racines séminales et les bases des plumules. Si une zone morte comprend le mésocotyle et les racines séminales, l'embryon ne peut se développer en plantule. Dans le cas précis du blé et du seigle, les extrémités des coléorhizes sont fréquemment endommagées ou mortes. Chez le maïs égrenné à haute humidité, les extrémités supérieures et inférieures du scutellum ne se colorent pas.

Ces symptômes n'empêchent cependant pas les semences de germer lorsque les conditions sont favorables, en particulier lorsqu'elles sont traitées correctement avec un fongicide convenable. Les lésions qui touchent les semences des légumineuses apparaissent fréquemment au niveau des hypocotyles et des points d'attache cotylédon-hypocotyle. Les lésions au niveau des points de croissance ou celles qui surviennent entre les structures

essentiels ou dans leur voisinage sont bien plus sévères que les lésions de même dimension qui touchent les zones de moindre importance telles que les extrémités des cotylédons. Il faudrait prendre tous ces points en considération pour pouvoir décider si une semence est capable de germer ou non.

Les résultats obtenus avec le test au tétrazolium effectué correctement sont généralement confirmés par les essais de germination. Les semences de qualité supérieure donnent des résultats bien plus fiables que les semences de moindre qualité.

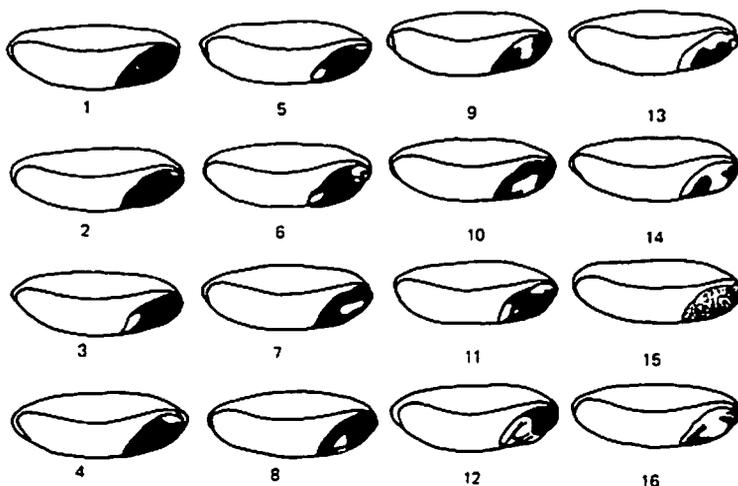


Fig. 1. Blé: types de coloration obtenus avec le test au tétrazolium pour les semences capables de germer ou non. (tiré des diagrammes de l'Association Internationale d'Essais de Semences).

Critères d'interprétation des résultats du test au tétrazolium pour les semences de blé. Les zones sombres indiquent la présence de tissus vivants colorés, les zones claires représentent des tissus morts non colorés.

No.1	<b>CAPABLE DE GERMER:</b>	Embryon entièrement coloré en rouge clair.
No.2-5	<b>CAPABLE DE GERMER:</b>	Les extrémités du scutellum ne sont pas colorés.
No.6	<b>CAPABLE DE GERMER:</b>	Les extrémités du scutellum, le bout de la radicule et le coléorhize ne sont pas colorés.
No.7	<b>INCAPABLE DE GERMER:</b>	Plus des 3/4 de la radicule n'est pas coloré.
No.8	<b>INCAPABLE DE GERMER:</b>	La plumule n'est pas colorée.
No.9	<b>INCAPABLE DE GERMER:</b>	La partie centrale et le noeud du scutellum ne sont pas colorés.
No.10	<b>INCAPABLE DE GERMER:</b>	L'axe de l'embryon n'est pas coloré.
No.11	<b>INCAPABLE DE GERMER:</b>	Les extrémités du scutellum et le bout de la plumule ne sont pas colorés.
No.12	<b>INCAPABLE DE GERMER:</b>	Toute la moitié supérieure de l'embryon n'est pas colorée.
No.13	<b>INCAPABLE DE GERMER:</b>	Le scutellum n'est pas coloré.
No.14	<b>INCAPABLE DE GERMER:</b>	Le scutellum, la radicule et le coléorhize ne sont pas colorés.
No.15	<b>INCAPABLE DE GERMER:</b>	Couleur rose très clair.
No.16	<b>INCAPABLE DE GERMER:</b>	L'embryon entier est incolore.

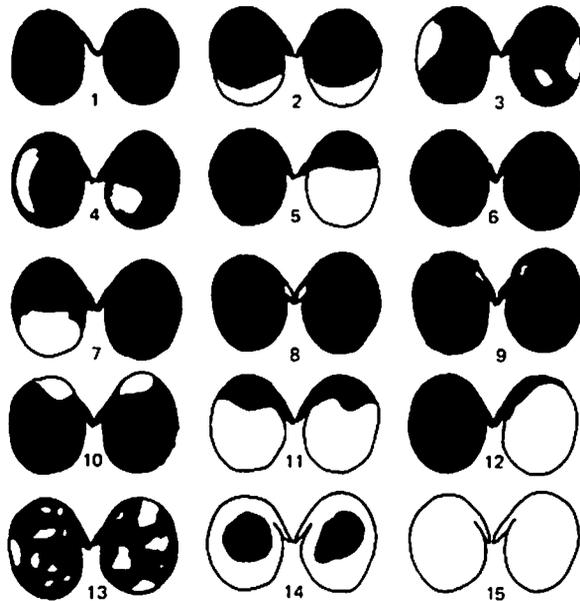


Fig. 2. Les différents types de coloration obtenus avec le test au tétrazolium et leur interprétation pour ce qui est de la capacité de germination des semences.\*

Critères d'interprétation des résultats du test au tétrazolium pour les semences poilues de vesce. Les illustrations (en paires) représentent les deux cotés de la semence. Les zones sombres indiquent les tissus vivants colorés; les zones claires représentent les tissus morts non colorés.

No.1	<b>CAPABLE DE GERMER:</b>	La semence est entièrement colorée.
No.2-5	<b>CAPABLE DE GERMER:</b>	Les zones non colorées des dicotylédons ne sont pas importantes.
No.6	<b>CAPABLE DE GERMER:</b>	L'extrémité de la pointe de la radicule n'est pas colorée.
No.7	<b>CAPABLE DE GERMER:</b>	L'extrémité de la pointe de la radicule et la moitié d'un des cotylédons ne sont pas colorés.
No.8	<b>INCAPABLE DE GERMER:</b>	Une zone plus large que l'extrémité de la pointe de la radicule n'est pas colorée.
No.9	<b>INCAPABLE DE GERMER:</b>	Une fraction de la partie supérieure de la radicule n'est pas colorée.
No.10	<b>INCAPABLE DE GERMER:</b>	La jonction radicule-cotylédon n'est pas colorée.
No.11	<b>INCAPABLE DE GERMER:</b>	Plus de la moitié des tissus des cotylédons ne sont pas colorés.
No.12	<b>INCAPABLE DE GERMER:</b>	Un cotylédon est presque entièrement incolore.
No.13	<b>INCAPABLE DE GERMER:</b>	La présence de larges zones tâchetées dans les régions incolores.
No.14	<b>INCAPABLE DE GERMER:</b>	Seule une petite zone au centre des cotylédons est colorée.
No.15	<b>INCAPABLE DE GERMER:</b>	Semence entièrement incolore.

\* (tiré des diagrammes de l'Association Internationale d'Essais de Semences)

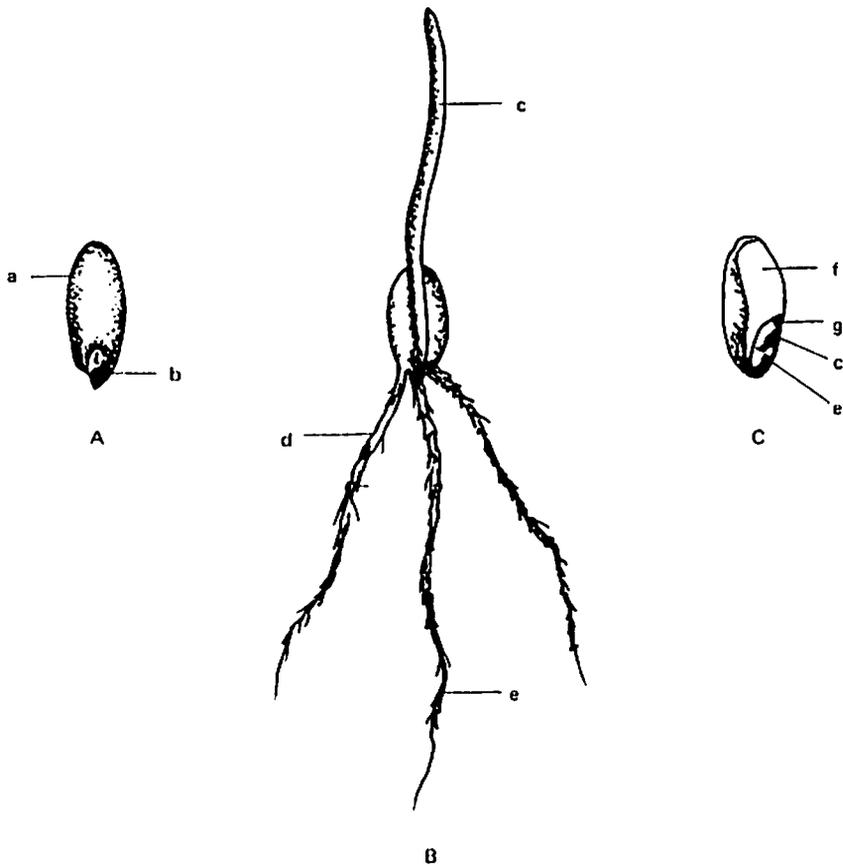
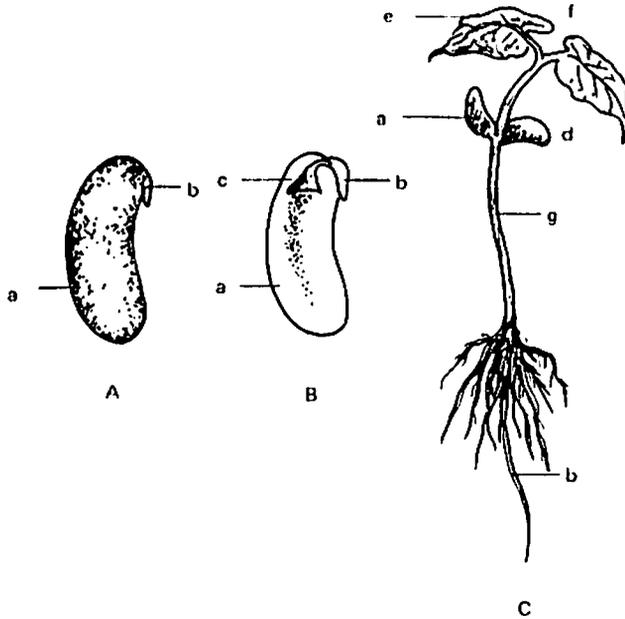


Figure 3: Blé: Structure de la graine et de la plantule. A: graine intacte; B: plantule; C: graine fendue suivant un plan médian. a, péricarpe; b, germe; c, plumule; d, racine secondaire; e, racine primaire ou radicule; f, endosperme; g, scutellum. (tiré des diagrammes de l'Association Internationale d'Essais de Semences).

Les écarts entre les résultats du test au tétrazolium et ceux des essais de germination peuvent avoir des causes très diverses notamment les différences entre les échantillons de semences, une tentative de germination mal réalisée, une mauvaise conduite de la technique du test au tétrazolium, l'utilisation de semences dormantes, de semences dures ou la présence d'organismes infectant les semences. Ces écarts sont également dus à des lésions provoquées par l'usage de produits phytosanitaires, par la fumigation ou par un traitement excessif des semences au Mercure (que le test au tétrazolium pourrait ne pas détecter). Les lésions provoquées par les produits phytosanitaires et qui empêchent les semences de germer normalement pourraient ne pas inhiber le processus de coloration du test au tétrazolium.



**Figure 4:** Haricot: structure de la graine et de la plantule. A. vue externe, graine sans tégument; B. vue interne, un cotylédon est éliminé; C. plantule. a, cotylédon; b, radicule; c, plumule; d, épicotyle; e, feuille primaire; f, bourgeon terminal; point de croissance; g, hypocotyle. (tiré des diagrammes de l'Association Internationale d'Essais de semences)

Lorsque la présence de pigment à l'intérieur du tégument ou de la lemma interfère avec la coloration due au test, on peut ajouter quelques gouttes d'une solution clarifiante de lactophénol composée d'acide lactique, de phénol, de glycérol et d'eau, dans les proportions 20:20:40:20. L'élimination de la pigmentation des structures enveloppantes requiert environ 10 à 30 mn.

En résumé, le test au tétrazolium offre une estimation rapide de la viabilité des semences (en 12 à 20 heures). Ce test est très utile pour les semences dormantes ou les semences à germination lente. Avec le test au tétrazolium, les semences ne sont pas endommagées par la technique d'analyse, elles peuvent donc encore germer. Néanmoins, ce test ne permet pas de distinguer clairement entre plantules normales et anormales. En outre, il ne permet en aucun cas de différencier entre les semences dormantes et non dormantes. Ce test ne comportant aucun processus de germination, les microorganismes nuisibles aux plantules ne sont pas décelés.

## Bibliographie

Moore, R.P. 1985. Handbook on tetrazolium testing. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.

## La vigueur de germination des semences: Concepts et mesures

---

**P.K. Agrawal**

*Division de la Sciences et Technologie des Semences,  
Institut Indien de Recherches Agricoles,  
New Delhi, 110012, Inde*

Lors de l'évaluation des semences, la germination est définie comme l'émergence et le développement à partir de l'embryon de certaines structures essentielles qui indiquent la faculté de cette semence de produire une plante normale lorsque les conditions sont favorables. Les procédés permettant de déterminer le pourcentage de germination ont été perfectionnés et normalisés de façon à permettre aux divers laboratoires d'obtenir des résultats uniformes.

Cependant, les conditions de conduite des essais de germination contrastent presque parfaitement aux conditions des champs où les semences sont normalement cultivées. Etant donné que l'humidité et la température prévalantes durant l'essai standard de germination sont optimales et que les substrats de germination utilisés, contrairement au sol, ne sont pas surchargés de microorganismes, d'herbicides, d'engrais, de fongicides ou d'insecticides systémiques, les semences peu vigoureuses voire détériorées sont capables de produire une plantule normale. Dans plusieurs cas, des lots de semences de qualité égale, comme indiqué par le pourcentage de germination, produisent des levées aux champs largement divergentes. Par conséquent, il est aussi important de déterminer "le degré de vitalité" (vigueur) de la semence que de déterminer si cette semence est vivante.

Voici quelques exemples des grands écarts entre les pourcentages de germination obtenus aux champs et au laboratoire:

---

	Lot	Germination au laboratoire (%)	Levée au champ (%)
Pois	A	70	32
	B	65	69
	C	45	42
Oignon	A	63	60
	B	65	27

---

De telles variations apparaissent parce que les semences du lot ont des vigueur de germination différentes. Il est donc clair que l'essai de germination à lui seul ne suffit pas pour évaluer la qualité des semences.

Dans une première tentative de mettre au point ce concept de vigueur de semences, Isley (1957) l'a défini comme "la somme totale de tous les attributs favorisant la levée des semences dans des conditions aux champs défavorables". La Fig. 1 illustre le concept d'Isley. Sa définition avait été pourtant critiquée par plusieurs spécialistes de semences parce qu'elle met l'accent sur l'environnement ("conditions aux champs défavorables") plutôt que les semences.

Subséquentement, la vigueur fut définie en d'autres termes. Selon l'Association des Analystes Officiels de Semences (Anon. 1975) : "La Vigueur des semences est la somme totale de tous les attributs qui leur permettent de produire rapidement et uniformément des plantules en bon état phytosanitaire lorsqu'elles sont semées dans des conditions diverses allant du favorable au défavorable. Selon l'Association Internationale d'Essais de Semences: "La vigueur est la somme totale de tous les attributs déterminant le niveau potentiel de performance et d'activité d'une semence non dormante durant le processus de germination et d'émergence de la plantule".

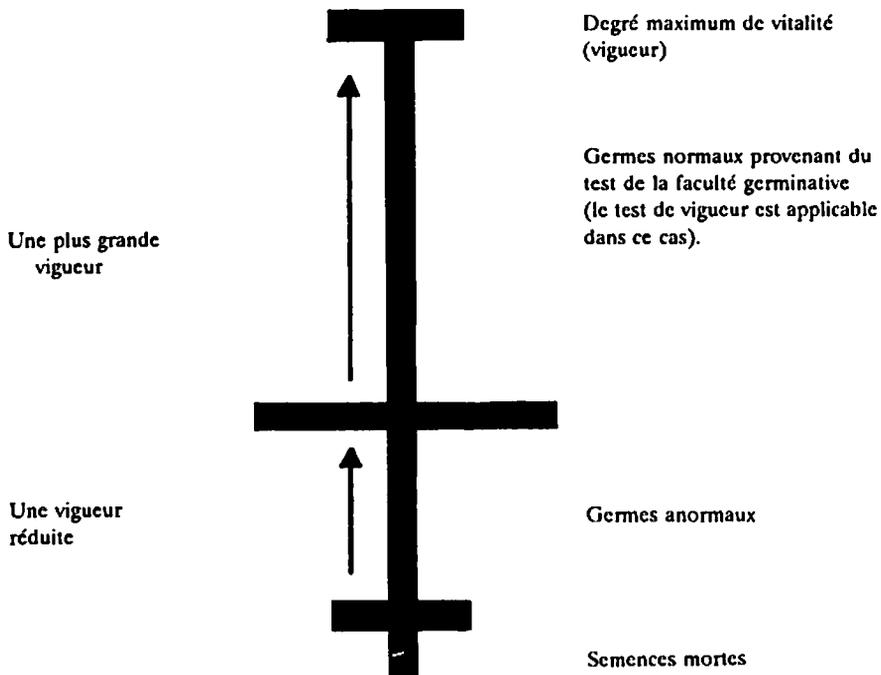


Fig. 1. Représentation schématique de la relation entre la faculté et la vigueur de germination (selon Isley 1957).

A noter que la vigueur n'est pas une propriété indépendamment mesurable comme la germination mais plutôt un caractère quantitatif contrôlé à l'aide de plusieurs facteurs qui influencent la semence en germination ou le germe qui en résulte. Par conséquent, les essais de vigueur ont été mis au point en tenant compte d'un seul ou plusieurs attributs de la semence/germe capables de manifester ce caractère.

L'essai de vigueur ne peut remplacer en aucun cas l'analyse de la faculté germinative, il fournit cependant une information supplémentaire quant à la qualité des semences.

Le Tableau 1 présente quelques essais de vigueur proposés par divers analystes et dont certains sont décrits en détail dans ce chapitre.

Tableau 1. Divers essais de vigueur.

Type d'essais			
Physique	De performance	De choc	Biochimique
Dimension des semences	Premier compte	Test au froid	Activité de l'acide glutamique décarboxilase (GADA)
Etat physique	Vitesse de germination	Test de germination au froid	Test au tétrazolium
	Coefficient de germination	Test aux briques pilées	
	Taux de croissance des plantules	Test sous feuille de papier	Respiration et QR
	Poids à sec des plantules	Sol compacté Sol humide ou sec Sol infesté de pathogènes Test de vieillissement accéléré Niveau de P élevé ou bas	Activité mitochondriale Niveau de l'ATP Intégrité de la membrane cytoplasmique

## Quelques essais choisis

1. *Le Premier compte:* Ce test pourrait faire partie de l'essai standard de germination. Le nombre de germes normaux mises de côté lorsque le compte

préliminaire (premier compte) de l'essai de germination est effectué indique la qualité du lot de semences, la qualité des semences est d'autant meilleure que le nombre de germes normaux est plus élevé.

Si ce premier compte va servir à comparer les divers lots de semences au cours des mois, tous ces comptes devraient être effectués durant le même interval de temps après semis.

2. *La vitesse de germination:* Au cas où un essai plus détaillé est souhaité, la détermination de la vitesse de germination pourrait s'avérer de grand intérêt. Ce test pourrait faire partie de l'essai normal de germination, il nécessite cependant beaucoup plus de temps pour être évalué. Dès que les semences commencent à germer, elles sont contrôlées tous les jours à la même heure environ. Lorsqu'elles atteignent une dimension prédéterminée, les germes normaux sont éliminés jusqu'à ce que toutes les semences capables de produire des plantules normales aient germé. Un index est calculé pour chaque lot en divisant le nombre de germes normaux éliminés chaque jour par le nombre de jour après semis quand cette élimination a débuté. Les indexes de qualité des lots A et B (respectivement 15 et 20) sont obtenus comme suit :

$$\text{Lot A : } \frac{\begin{array}{l} \text{No. de germes} \\ \text{éliminés par jour} \end{array} \quad \begin{array}{cccccccc} 0 & + & 0 & + & 0 & + & 8 & + & 10 & + & 24 & + & 28 & + & 24 \end{array}}{\begin{array}{cccccccc} \text{Jours après semis} & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \end{array}} = \frac{\quad}{\quad}$$

$$= (0) + (0) + (0) + (2) + (2) + (4) + (4) + (3) = 15$$

$$\text{Lot B : } \frac{\begin{array}{l} \text{No. de germes} \\ \text{éliminés par jour} \end{array} \quad \begin{array}{cccccc} 0 & + & 0 & + & 12 & + & 24 & + & 45 & + & 7 \end{array}}{\begin{array}{cccccc} \text{Jours après semis} & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \end{array}} = \frac{\quad}{\quad}$$

$$= (0) + (0) + (4) + (6) + (9) + (1) = 20$$

Le lot B est considéré avoir une meilleure qualité puisque l'index le plus élevé indique une qualité meilleure.

**Le lot B ayant un index plus élevé, est considéré être de meilleur qualité.**

3. *Le taux de croissance des plantules et leur poids à sec:* La croissance totale de la plantule semée sous serre, au champ ou en laboratoire pourrait être mesurée après quelques jours du semis. Le lot dont le taux de croissance par plantule est le plus élevé est considéré être celui de meilleur qualité. Afin d'obtenir des informations supplémentaires, on coupe les plantules, on les sèche à 110°C pendant 17 heures puis on les pèse. Les semences de meilleure qualité sont considérées apte à produire des plantules plus pesantes.

4. *Test de germination au froid (pour les semences de coton):* Ce test

pourrait être effectué à l'aide de n'importe quel appareil de germination capable de maintenir une température constante de 18°C et assez d'humidité pour empêcher le substrat de se dessécher. Ce test nécessite un seul compte effectué le sixième jour après trempage des semences de coton à l'acide ou bien le septième jour si les semences de coton sont nettoyées à la machine.

Ce type de test ne sert qu'à mesurer l'effet des températures basses sur la germination des semences de coton et le taux de croissance des plantules. Mené à une température constante de 18°C, ce test diffère du test au froid (qui est un test pathologique).

5. *Test au froid (pour le maïs)*: C'est le test de vigueur le plus ancien. Il a été développé pour tester les semences de maïs mais il est utile aussi pour les semences de coton, de sorgho et de soja. Néanmoins, les procédés et les interprétations restent encore à normaliser. Ce test sert principalement à estimer la performance des semences aux champs lorsque les températures du sol sont assez basses.

Le test commence par semer les graines dans de la terre non stérilisée prélevée dans une région de culture du maïs. Le test doit comporter au moins quatre repliquats de 50 semences chacun. En général, on commence par placer une couche de terre nivelé d'épaisseur 3/4 pouces (2 cm environ) au fond d'une boîte en plastique. Les semences sont ensuite distribuées sur la terre à l'aide d'une pièce de bois perforé adaptée à la boîte en plastique et couvertes par la même quantité de terre qui sera nivelée et puis compactée. Une quantité d'eau suffisante est ajoutée jusqu'à amener le milieu de culture à 70% de sa capacité de rétention d'eau, la température de l'eau ajoutée étant de 10°C. Sept jours après, les boîtes sont transférées dans une autre chambre à 25°C de température. Quatre jours suite à ce transfert, on procède à dénombrer/mesurer les germes.

Les résultats des tests au froid sont d'habitude exprimés en pourcentage de germination, c'est à dire le pourcentage de semences produisant des plantules considérées normales par rapport à un test standard de germination. Il est possible d'obtenir des informations supplémentaires à partir des tests au froid en dénombrant tous les jours les plantules émergées ou en mesurant les hauteurs comparatives des plantules.

6. *Le test sous briques pilées*: Ce test a été conçu en Allemagne en 1911 par Hiltner en vue de mettre en évidence l'infection des semences par les pathogènes.

Cette méthode repose sur l'utilisation de briques pilées poreuses de 2 ou 3 mm de diamètre. Les essais de vigueur des petites graines consistent à placer au dessus des semences une couche de briques bien mouillées de 1 1/5 pouce (2,5 cm) de diamètre. Cette couche empêche la germination des plantules faibles, contaminées en partie ou ravagées ainsi que les plantules dont les extrémités du coléoptile sont endommagées. Cette intercalation des briques pilées impose une pression contre l'émergence des pousses en élévation. Les

plantules qui arrivent à émerger à travers cette couche sont considérées être fortes. Il existe quelques différences minimales entre les procédés d'analyse employés dans les divers laboratoires, le principe reste cependant le même. En 1955, il a été requis que les laboratoires allemands utilisent les normes du test sous briques pilées pour séparer les résultats obtenus par les autres types d'essais de vigueur.

7. *Le test scandinave sous feuille de papier:* Cette méthode nécessite de la terre sablonneuse appropriée et un type spécial de papier gaufré en forme de disque que les plantules devraient transpercer pour être considérées assez fortes. La qualité des feuilles de papier choisies fournit des résultats comparables à ceux obtenus à partir d'un test mené dans des conditions pédologiques favorables. Ce test est particulièrement adapté aux petites graines.

La feuille de papier doit avoir les caractéristiques suivantes: poids: 90 gm/m<sup>2</sup>, épaisseur: 0,4 mm, volume: 4, force de transpercement à sec: 0,3 kg/cm<sup>2</sup>, longueur de la rupture: 1000-5000 mm, vitesse de filtrage: 500 ml/min, force de transpercement à saturation d'eau: 150 mm, contenu en frêne: 0,1%, composition des fibres: pulpe chimique de bois à pourcentage élevé en alpha.

L'essai destiné à l'analyse des semences de céréales commence par placer les semences au dessus d'une couche de sable mouillé d'environ 1/2 pouce (1,2 cm environ). Celles-ci sont couvertes de papier filtre spécial sec, couvert à son tour par une couche de sable humide de 1 1/4 pouce d'épaisseur (3 cm environ). Ces tests sont habituellement effectués à une température de 20°C pendant huit jours.

8. *Test de vieillissement accéléré:* Ce test a été mis au point pour tester divers types de semences au laboratoire de technologie de semences de l'Université Étatale du Mississippi, aux États-Unis d'Amérique. Cette technique consiste à exposer les semences à une température de 40-45°C, à 100% d'humidité relative. Les lots de semences qui maintiennent une bonne germination suite à ce traitement provoquant un vieillissement accéléré, maintiennent aussi cette faculté dans les conditions normales d'entreposage. D'autre part, les lots dont la germination a été sensiblement réduite suite à ce traitement perdent rapidement cette faculté durant l'entreposage.

Ce test repose sur une supposition principale: le fait qu'il existe une corrélation étroite entre le pourcentage de germination d'un lot donné de semences et la vigueur de ce lot, suite à une période de vieillissement accéléré. Par conséquent, ce pourcentage est étroitement relié à la faculté de ce lot de produire une belle performance au champ.

9. *Le test GADA:* Le test de l'activité de l'acide glutamique-décarboxylase (GADA) mesure, contrairement au test au tétrazolium, l'activité d'un enzyme spécifique plutôt que d'un système d'enzymes. Le niveau d'activité de l'enzyme est déterminé par la quantité de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) libéré. Ce niveau

est en corrélation avec la qualité des semences, ce qui veut dire que la qualité des semences est d'autant meilleure que la quantité de CO<sub>2</sub> est rejetée (Grabe 1965). L'appareil que nécessite ce test est relativement à bon marché. Il consiste en un bain pour le contrôle de la température, des manomètres simples et faciles à fabriquer, une échelle pour mesurer le mouvement du fluide du manomètre, des petits récipients tels que des demi-bocals de pinte et un petit broyeur. Bien que le test GADA ait fourni des résultats précieux en ce qui concerne le maïs et le blé, il ne s'est pas avéré aussi utile pour les autres semences.

10. *L'essai au tétrazolium (TZ)*: L'utilisation de l'essai TZ est de plus en plus répandue comme un moyen rapide pour déterminer la viabilité du lot de semences. Il est de moins en moins utilisé pour évaluer la vigueur, ce qui est dommage parce que ce test fournit des informations très précises et utiles concernant la qualité physiologique des semences. De l'aveu général, l'information fournie par ce test n'est utile qu'aux analystes expérimentés. Néanmoins, ceci ne devrait pas entraver une utilisation plus commune de ce test.

L'essai TZ de vigueur comporte l'identification, la localisation et l'évaluation des tissus d'embryons morts, en mauvais ou en bon état qui influenceraient probablement les qualités d'entreposage des semences, leur germination et le développement précoce des plantules aussi bien dans des conditions favorables que défavorables. En général, l'utilisation d'une solution aqueuse incolore de sels de tétrazolium met en évidence l'état des différents tissus embryonnaires. Le chlorure 2,3,5,- triphényl de tétrazolium est utilisé comme indicateur. En observant les différentes couleurs ou leur absence totale, la turgidité ou la flaccidité des tissus on arrive à reconnaître ceux qui sont morts et ceux en mauvais ou en bon état phytosanitaire. Les observations des divers indicateurs tels la présence, la localisation et le nombre de cassures, les parties absentes de l'embryon, les cavités formées par les insectes et toute autre anomalie fournissent des informations supplémentaires essentielles à l'évaluation de l'état de l'embryon.

L'embryon de chaque semence est jugé normal d'après la présence des structures essentielles, de leur nombre et de leur profondeur. Les tests comparatifs au TZ, les tests de germination lors de l'entreposage et les tests des plantules sont très utiles aux analystes qui apprennent à reconnaître et à établir une relation générale entre les observations notées sur les embryons et la performance des semences et des plantules qui en résultent lorsqu'elles sont semées dans des conditions favorables.

Le test de vigueur au TZ permet d'établir simultanément différents niveaux indiquant les différents états des semences. La classification la plus simple et la plus reconnue consiste à diviser les semences viables en bonnes et mauvaises. Les semences dont les imperfections sont uniquement mineures sont considérées être en bon état.

11. *La respiration et le Q.R.*: On a trouvé que la respiration, en particulier durant les premières heures d'imbibition d'eau, est en corrélation directe avec le taux de croissance des plantules d'haricot de lima, de maïs, de blé, de soja et de riz. Chez le maïs et le riz, les écarts entre les taux de respiration permettent de distinguer entre les semences vigoureuses, moyennement vigoureuses et peu vigoureuses. Dans le cas précis du riz, cette méthode permet également de distinguer entre les divers variétés.

Durant le processus de respiration, les semences absorbent l'oxygène et rejettent le dioxyde de carbone. Le rapport du volume de dioxyde de carbone rejeté par unité de temps au volume d'oxygène absorbé par unité de temps est appelé le quotient respiratoire (Q.R.)

$$( Q.R. = \frac{QCO_2}{QO_2} )$$

Les quotients respiratoires se sont avérés être en relation avec la vigueur beaucoup plus que le taux d'oxygène l'est. Le taux d'échange gazeux est mesuré à l'aide du respiromètre de Warburg.

Mesurer la respiration n'a jamais été une opération de routine dans les laboratoires d'essais de semences probablement à cause des équipements coûteux qu'elle nécessite.

12. *L'intégrité de la membrane cytoplasmique (mesure des filtrats)*: A mesure que les semences vieillissent, leurs membranes cytoplasmiques deviennent de plus en plus perméables. Ainsi, plusieurs substances contenues dans les semences telles que les sucres, les acides aminés, les acides organiques et divers autres éléments sont filtrés vers l'extérieur en présence de l'eau. La concentration des filtrats est normalement mesurée par la conductivité électrique ou bien par les méthodes chimiques. En menant des recherches sur le riz, l'auteur (1979) nota que la filtration des sucres est en relation directe avec la teneur total des semences en sucre soluble. Il fut découvert aussi que la température avait un effet important sur cette filtration. Pour les semences de riz, un augmentation de la température de 10 à 14°C augmente la filtration de 122 à 153%, ce qui prouve que la température devrait être maintenue attentivement quand des expérimentations sur la filtration sont conduites. Néanmoins, il faudrait préciser que la filtration des sucres n'est pas souvent en corrélation avec la vigueur des semences.

## Remarques concluantes

Parmi les essais d'évaluation de la vigueur des semences décrits dans cet article, aucun ne s'est prouvé efficace pour tout genre de semences. A une

époque donnée, le test GADA était très populaire aux États Unis mais il a beaucoup perdu de sa popularité pour divers raisons. Afin que l'analyste au laboratoire d'essais de semences puisse utiliser un test donné de vigueur, celui-ci devrait être bon marché, rapide, facile à conduire et reproductible. Les analystes de semences dans le monde entier sont peu disposés à utiliser une méthode élaborée nécessitant des équipements sophistiqués. Toutefois, il n'existe aucun test qui puisse satisfaire toutes les exigences. Une méthode ou combinaison de méthodes devraient être choisies pour s'adapter au type de semences et aux conditions ambiantes.

Parmi les essais décrits, le premier compte, la vitesse de germination, le taux de croissance des plantules, le poids à sec des plantules, le test au froid, le test de germination au froid, le test de vieillissement accéléré, le test au tétrazolium et le test d'intégrité de la membrane cytoplasmique sont les plus souvent utilisés au laboratoire afin de tester la vigueur des différentes semences.

## Bibliographie

- Agrawal, P.K. 1977. Germination, fat acidity and leaching of sugar from five cultivars of paddy (*Oryza sativa*) seeds during storage. *Seed Science and Tests* 5: 489.
- Anonyme 1975. AOSA Vigour News Letter.
- Delouche, J.C. and Caldwell, W.N. 1960. Seed vigour and vigour tests. *Proceedings Assn. Off. Seed Anal.* 50(1): 124-129
- Grabe, D.F. 1965. Prediction of relative storability of corn seedlots. *Proc. Assoc. Off. Seed Anal.* 55: 92-96.
- Hydecker, W. 1972, Vigor. Pages 209-252 *in* viability in Seeds (Roberts, E.H.,ed.). Syracuse University Press.
- Isley, D. 1957. Vigor tests. *Proc. Assn. Off. Seed Anal.* 47: 177-182.
- Perry, D.A. 1972. Seed vigor and field establishment. *Hort. Abstr.* 42: 334-342.
- Pollock, B.M. and Roos, E.E. 1972. Seed and seedling vigor. Pages 313-387 *in* Seed Biology, Vol. 1 (Kozlowski, T.T., Ed.). Academic Press.
- Woodstock, L.W. 1969. Seedling growth as a measure of seed vigor. *Proc. Int. Seed Test. Assn.* 34: 273-280.

## **La transmission des maladies portées par les semences: Maladies principales portées par les semences de blé et d'orge**

---

**Omar F. Mamluk et Joop A.G. van Leur**  
*Programme d'Amélioration des Céréales,  
ICARDA, BP. 5466  
Alep, Syrie*

Les semences à multiplier devraient être saines et exemptes de toute maladie. En effet, les semences malades sont moins viables, présentent une capacité de germination assez basse et une vigueur réduite. Elles peuvent même manifester certains changements morphologiques. Par ailleurs, les semences contaminées peuvent avoir des effets toxiques sur l'homme et les animaux.

En général les semences servent de véhicule de distribution et de dissémination d'agents pathogènes de plantes et de nouveaux types pathogènes. Ces derniers sont quelques fois responsables de la manifestation des maladies puisqu'une quantité minimale d'innoculum peut s'avérer d'une très grande importance épidémiologique.

Les agents pathogènes transmis par les semences comprennent les bactéries, les champignons, les nématodes et les virus, néanmoins, les champignons sont les plus importants. Les graines des plantes parasites en floraison (*Cuscuta spp.*) peuvent être transmises également par les semences (Masri et col. 1983). Parmi les agents pathogènes non transmis par les semences nous citons les organismes mycoplasmiques (MLO), les organismes ressemblant aux rickettsias (RLO) et les virus spécifiques du phloème (Neergaard 1977, Niehaus et Sikora 1979).

### **Mode de transmission**

Les agents pathogènes portés par les semences sont transmis par les trois voies indiquées ci-dessous (tableau 1) :

Tableau 1. Mode de transmission des agents pathogènes portés par les semences

	Agents contaminants les semences	Contamination des semences	Infection des semences
Contaminants/ Contamination/ Infection	Mottes de terre, débris de plantes, organes de reproduction detachés	Portés à la surface (sur le tégument/ péricarpe)	Embryon, endos- perme tégument/ péricarpe
216 Organes de l'agent pathogène	Pycnidies, corps fruitiers, telio/ure- dospores, chlamydo- spores, galls de nématodes, sclérotas bactériennes	Oospores et spores, corps fruitiers, pycnidies, micro- sclérotas(particules virales, cellules bactériennes	Mycelium dormant corps fruitiers microsclérotas, particules virales, cellules bactériennes
Agent pathogène	Nématodes, champignons respon- sables des sclérotas, rouilles	Charbon couvert, mildiou, oïdium, agents pathogènes causant le flétris- sissement (virus et bactéries)	Virus, bactéries, charbon nu, nematodes

\* Modifié d'après Neergaard. (1977).

- *Matières contaminant les semences*: Les matières inertes telles que les mottes de terre, les débris de plantes et/ou les organes détachés de reproduction des agents pathogènes peuvent servir de véhicule pour les différentes phases actives ou en repos des organismes pathogènes. Les semences peuvent également transporter divers organes de pathogènes, c'est le cas des corps fruitiers, des télio et urédospores, des galles de nématodes, des chlamydospores et des sclérotés.

- *Contamination de la surface de la semence*: La surface de la semence et/ou le péricarpe peut véhiculer les divers organes des agents pathogènes. Différentes sortes de spores, de corps fruitiers et de microsclérotés sont transportées à la surface des semences. De même, certains virus et bactéries peuvent être transmis de cette façon.

- *Infection de la semence*: L'infection peut survenir dans l'embryon (infection embryonnaire), dans l'endosperme et dans le tégument de la semence (infection extra-embryonnaire). La plupart des virus portés par les semences et des agents pathogènes causant le charbon libre font partie de cette catégorie.

Les organes des agents pathogènes qu'on rencontre parmi les semences infectées comprennent des mycéliums latents, des chlamydospores, des corps fruitiers, des particules virales, des cellules bactériennes, des larves de nématodes et des microsclérotés.

## Les agents pathogènes transmis par les semences

Le tableau 2 présente quelques agents pathogènes de légumineuses et de céréales transmis par les semences. Les espèces des trois genres bactériens suivants: *Corynebacterium*, *Pseudomonas*, et *Xanthomonas* sont portées par les semences et peuvent donc être transmises par cette voie. Au moins huit types de virus et un grand nombre d'espèces de champignons sont également transmis par les semences de légumineuses.

Les semences infectées par *Ascochyta* spp. présentent des lésions, le mycélium est habituellement localisé sous le tégument des semences. Chez certaines, le mycélium pénètre plus profondément encore (Halfon-Meiri 1970). *A.fabae* a peu de chance d'infecter les cultures d'haricot des champs à partir des débris de plantes ou de plantules accidentelles, les semences infectées sont habituellement à l'origine de l'attaque (Hewett 1983).

Les semences de pois peuvent être attaquées par *Erysiphe pisi* (semences gris-brunes). Cette maladie portée par les semences a pu limiter la production de pois dans certaines régions du monde du fait de sa transmission par les semences (Blumer 1967, Dixon 1978). *Peronospora vicia* fut introduite en Italie par les semences importées de pois (Ciccarone 1952, cité dans Neergaard

1977). On la trouve également dans les semences de Vesce. Les espèces *Sclerotinia* sont des agents pathogènes très dangereux. Ils peuvent accompagner les semences sous forme de sclérotas faciles à déceler ou sous forme d'infection mycélienne.

Le *Ventricillium albo-atrum*, qui attaque les espèces de *Medicago* et de *Trifolium* est un parasite dangereux des sols alcalins causant d'importantes maladies de flétrissement. La transmission de cet agent pathogène par l'intermédiaire des semences est habituellement sous évaluée.

Parmi les nématodes parasites de la tige, les 2 races de *Ditylenchus dispaci* (race d'avoine et race géante) sont connues pour être des maladies portées par les semences, l'introduction et la dispersion de *D. dispaci* par l'intermédiaire des semences d'haricot constitue une vraie menace (Hooper 1980).

Dans le cas précis des céréales, plusieurs espèces appartenant aux trois genres bactériens sont transmises par les semences. Le virus de la mosaïque à stries de l'orge est porté par les semences. L'espèce *Helminthosporium* peut causer des infections qui sont pour la plupart systémiques alors que *Drechslera victoria* infestant le *Triticum aestivum* devrait être considéré par les quarantaines de plusieurs pays en voie de développement comme étant une menace importante (Neergaard 1977). *Rynchosporium secalis*, bien qu'il soit présent parmi les semences de l'orge, est surtout véhiculé par les débris des plantes infectées. *Anguina tritici*, le nématode du blé, est dispersé principalement par les galles mélangées aux semences, les larves peuvent être transportées par des semences apparemment normales. L'espèce *Helminthosporium*, *R. secalis*, *Ustilago* spp. et *Tilletia* spp. sont à l'origine des principales maladies de céréales transmises par des agents pathogènes portés par les semences. Tous les autres nématodes de légumineuses et de céréales mentionnés dans le tableau 2 sont transmis sous forme de matières contaminant les semences (NBPGR 1980).

## Les principales maladies portées par les semences de blé et d'orge

### Le blé

#### *Carie du blé (Tilletia caries et T. foetida)*

1. Lorsqu'ils émergent, les épis semblent normaux mais les symptômes apparaissent au fur et à mesure que les épis croissent. Les épis infectés ont une apparence détachée, ouverte et les boules cariées sont plus grosses que les graines saines. Le péricarpe des graines infectées reste intact. La rupture des graines révèle des téliosporos de couleur sombre tandis qu'une odeur très désagréable se dégage.

Tableau 2. Agents pathogènes portés par les semences des légumineuses et des céréales.

Luzerne, Pois chiche, Fèves, Lentille, Medics, Vesces			
<u>Bactéries</u>	<u>Virus</u>	<u>Champignons</u>	<u>Nématodes</u>
<u>Corynebacterium</u> sp. <u>Pseudomonas fabae</u> <u>Xanthomonas</u> spp.	Alfalfa MV BYMV BBMV BBMMV  PSBMV Virus du brunissement précoce du pois Mosaïque du pois doux	<u>Ascochyta</u> spp. <u>Botrytis</u> spp. <u>Cerospora zebrina</u> <u>Cladosporium</u> spp.  <u>Erysiphe pisi</u> <u>Fusarium</u> spp.  <u>Mycosphaerella pinodes</u> <u>Peronospora viciae</u> <u>Phoma medicaginis</u> <u>leospora herbarium</u> <u>Rhizoctonia solani</u> <u>Sclerotinia</u> spp. <u>Septoria pisi</u> <u>Sclerotium rolfsii</u> <u>Stemphylium sarciniformae</u> <u>Verticillium albo-atrum</u> <u>Uromyces fabae</u>	<u>Criconemoides</u> sp. <u>Ditylenchus</u> sp. <u>Helicotylenchus</u> spp. <u>Heterodera goettingiana</u>
Orge et blé			
<u>Corynebacterium</u> spp.  <u>Pseudomonas</u> spp. <u>Xanthomonas</u> spp.	Virus de la mosaïque à stries de l'orge	<u>Alternaria</u> spp.  <u>Claviceps purpurea</u> <u>Helminthosporium</u> spp. <u>Fusarium</u> spp. <u>Rhynchosporium secalis</u> <u>Septoria</u> spp. <u>Sclerotinia</u> spp. <u>Tilletia</u> spp. <u>Urocystis agropyri</u> <u>Ustilago</u> spp.	<u>Anguina tritici</u>  <u>Criconemoides</u> sp. <u>Haplolaimus</u> spp. <u>Helicotylenchus</u> sp. <u>Protylenchus</u> spp. <u>Tylenchorhynchus</u> spp.

2. Cycle de la maladie : Les champignons survivent sous forme de téliosporos dans l'amande. Les téliosporos peuvent estiver dans le sol pendant deux saisons pour autant qu'il soit sec. En sol humide, les téliosporos ne survivent que quelques semaines. Les plantules restent susceptibles d'être infectées jusqu'au moment de la fente des coléoptiles

(environ 10 jours à 12°C). Les champignons croissent avec la plante et peuvent atteindre les tissus situés juste en dessous du point de croissance. Le mycélium infecte l'amande, ses cellules se transforment alors en téliospires. Durant le battage, les spores sont dispersées parmi les amandes saines et sur le sol.

### 3. Prévention:

- Utiliser des cultivars résistants, bien que dans le passé de telles résistances furent surmontées dans certains cas précis.
- Utiliser des semences propres, mises en évidence lors de l'inspection sur champ.
- Changer la date du semis: en semant très tôt en automne, les jeunes plantules passent les étapes de susceptibilité plus rapidement.
- Avoir recours aux produits chimiques: les fongicides organo-mercuriques ont été utilisés dans le passé. Actuellement, ils sont remplacés par les produits systémiques plus modernes.

### *Charbon nu du blé (Ustilago tritici)*

1. Les symptômes du charbon apparaissent dès la levée de l'épis et jusqu'à sa maturité. Initialement, les pointes malades sont noires et clairement visibles parmi les pointes nouvellement apparues, vertes et saines. Les pointes infectées apparaissent un peu plus tôt et se transforment plus tard en une masse sèche de spores couleur vert olive à noir. Les téliospires sont retenus par une membrane fine. Après sa rupture, les spores sont libérées et seul le rachis de l'amande subsiste.
2. Le cycle de la maladie: Les pointes sont infectées durant les quelques jours qui suivent la fécondation des fleurs. Étant donné que les pointes malades émergent plus tôt, la libération des spores est en synchronisation avec la période de susceptibilité de la plante. Les téliospires germent sur les fleurs, le mycélium envahit une partie de l'embryon et le champignon survit ainsi à l'intérieur de la graine sous forme de mycélium. Ce fait rend le traitement de cette maladie aux produits phytosanitaires très compliqué en comparaison avec le traitement des champignons responsables de la carie du blé, ces derniers sont toujours localisés à la surface des semences. L'infection des jeunes plantules survient à un niveau intracellulaire, à l'extérieur des semences. Les champignons poursuivent alors leur croissance parallèlement à celle de la plante et à ce même niveau.

### 3. Prévention:

- Utiliser des cultivars résistants: la résistance peut être basée sur des mécanismes différents. La plante adulte peut résister l'infection des fleurs par les téliospores ou bien l'embryon peut être résistant. La sélection pour une floraison fermée est une autre alternative, la plante aurait alors plus de chance d'échapper à l'infection.
- Utiliser les semences propres mises en évidence lors de l'inspection sur champ.
- Avoir recours à la certification des semences: la présence de champignons peut être décelée par microscopie.
- Traiter aux produits phytosanitaires: seuls les fongicides systémiques sont efficaces et sont en mesure de remplacer le traitement par la chaleur, traitement compliqué et présentant un grand risque de détérioration des semences.

## L'orge

### *Charbon couvert (Ustilago hordei)*

1. Les pointes des épis infectés émergent à peu près au même moment que les pointes normales. Les téliospores noirs sont habituellement retenus à l'intérieur de la membrane persistante de la semence.
2. Le cycle de la maladie: Les téliospores survivent sur la graine, en dessous de la coque. Le cycle d'infection est plus ou moins comparable à celui de la carie du blé causée par *Tilletia caries*, la plantule reste susceptible d'être atteinte jusqu'à l'apparition des premières feuilles vertes. Le mycélium progresse intracellulairement à travers le parenchyme jusqu'à ce qu'il pénètre le primordia de la fleur. Les amandes saines sont contaminées habituellement lors du battage.
3. Prévention:
  - Il est possible d'avoir recours à l'amélioration génétique de résistance.
  - Des traitements avec des fongicides de contact peuvent être effectués quoique les fongicides systémiques soient meilleurs.

### *Charbon nu de l'orge (Ustilago nuda)*

1. La pointe de l'épi atteinte par le charbon est entourée d'une membrane très fine qui se rompt dès que la pointe émerge. Les téliospores couleur brun-olive sont alors libérés et les pointes ainsi réduites à un rachis dénudé.

2. Cycle de la maladie: Comme pour *Ustilago tritici*, cet agent pathogène survit dans l'embryon sous forme de mycélium. Les plantes saines sont contaminées durant la floraison.

3. Prévention:

Les cultivars résistants, le traitement par la chaleur et les traitements aux fongicides systémiques permettent de lutter contre cette maladie.

### Maladie des stries de l'orge:

(*Pyrenophora graminea* syn. *Helminthosporium gramineum*)

1. Les premiers symptômes se manifestent en longues stries vert-pâle qui s'étendent sur toute la longueur de la feuille. Elles peuvent apparaître sur la première feuille mais habituellement elles n'apparaissent qu'à la quatrième ou la cinquième. Les stries deviennent ensuite jaune grisâtre tandis que les feuilles peuvent se fissurer le long des stries. Les plantes atteintes ont souvent la moitié de la taille des plantes normales, la plupart d'entre elles n'arrivent même pas au stade épisaison.

2. Cycle de la maladie: L'agent pathogène survit à l'état de mycélium à l'intérieur de la semence même mais reste toutefois hors de l'embryon. Durant la germination, le champignon se développe à l'intérieur de la jeune plante et pénètre davantage. Des conidies se développent sur les tissus morts et envahissent les fleurs saines où elles germent généralement près de l'extrémité de la coiffe de la glume, ce qui permet au mycélium de se développer entre la glume et le péricarpe. Des taux élevés d'humidité lors de l'épisaison favorisent l'infection des amandes.

3. Prévention:

- Il est possible d'avoir recours à l'amélioration génétique de résistance.
- En utilisant des semences certifiées.
- Par traitement à l'eau chaude ou avec les fongicides systémiques.

### Bibliographie

- Blumer, S. 1967. Echte Mehltau Pilze (Erysiphaceae). G. Fischer, Jena.
- Bos, L., Hagedorn, D.J., Hamilton, R.T., Happton, R.U. and Mink, G.I. 1979. Pea seed-borne mosaic virus. Page 7 in Memorandum by the IWGLV Committee on Pea Seed-borne Mosaic Virus. Wageningen. The Netherlands.

- Dixon, G.R., 1978. Powdery mildews of vegetable and allied crops. *In* The Powdery Mildews (Spencer, D.M., ed.). Academic Press.
- Halfon-Meiri, A. 1970. *Plant Dis. Repr.* 54: 442-445.
- Hewett, P.D. 1983. The field behaviour of seed-borne *Ascochyta fabae* and disease control in field beans. *Ann. Appl. Biol.* 74: 287-295.
- Hooper, D.J. 1980. Stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*): a seed and soil-borne pathogen of *Vicia fabae*. *FABIS* 2:49.
- Masri, H., Zakluta, M. and Mamluk, O.F. 1983. The spread of *Cuscuta* on alfalfa in Syria. *Arab J. Pl. Prot.* 1: 70-73. English summary.
- National Bureau of Plant Genetic Resources (NPBGR). 1980. Plant quarantine activity at the national bureau of plant genetic resources. *NPBGR Sci. Monogr.* 2: p. 99. New Delhi, India.
- Neergaard, P. 1977. *Seed pathology*, Vol. I and II. The Gresham Press, Surrey.
- Nienhaus, F. and Sikora, R.A. 1979. Mycoplasmas and rickettsia-like organisms as plant pathogens. *Ann. Rev. Phytopathol.* 17: 37-58.

## Traitement des maladies portées par les semences de pois chiche et de lentille

---

**M.V. Reddy**

*Programme d'Amélioration  
des Légumineuses Alimentaires,  
ICARDA, BP. 5466  
Alep, Syrie*

### **Le pois-chiche**

#### **Introduction**

Parmi la cinquantaine d'agents pathogènes infectant le pois-chiche (*Cicer arietinum* L.) il en existe six de grande importance (Néné 1980). Ces agents pathogènes comprennent des champignons, des bactéries, des virus, des mycoplasmes, des nématodes et de mauvaises herbes qui réduisent le rendement des cultures et influencent la stabilité de la production de pois chiche. Actuellement, ces agents pathogènes constituent le principal obstacle à la réalisation du potentiel de rendement du pois chiche. En effet, le rendement moyen, actuellement de l'ordre de 700 kg/ha, est très bas. Néanmoins, il est possible d'obtenir des rendements de l'ordre de 1500 kg/ha avec quelques petits apports d'azote, de phosphore et d'irrigation tout en prévoyant une meilleure gestion des cultures. La sensibilité des cultivars actuels à un grand nombre de maladies ainsi que le risque de perdre toute une récolte à cause du développement soudain d'une maladie quelconque n'encouragent pas les agriculteurs à apporter d'autres intrants à leurs cultures. La lutte contre les maladies est donc essentielle à la fois pour accroître et pour stabiliser la production de pois chiche.

#### **Maladies portées par les semences**

Il est essentiel de produire et d'utiliser des semences saines pour pouvoir obtenir une bonne récolte. Ceci est particulièrement important pour les cultures de pois chiche dont les maladies les plus importantes sont portées par

les semences (Luthra et Bedi 1932, Haware et col. 1978, Cother 1977, Gurha et col 1982). Ces maladies sont l'antracnose (*Ascochyta rabiei*(Lab.) Pass.), le flétrissement (*Fusarium oxysporum*, f.sp. *ciceri*), la pourriture grise (*Botrytis cinerea*) et l'alternariaose (*Alternaria circinum*). La présence de races physiologiques de *A. rabiei* et *F. oxysporum* nécessite un contrôle très stricte des échanges commerciaux de semences.

En plus de ces principales maladies portées par les semences, plusieurs autres champignons dont certains causent des maladies mineures de l'appareil foliaire ainsi que la pourriture des racines ou la pourriture et la décomposition des semences ont été associés aux semences de pois chiche. Mitra (1935) de l'état de Bihar en Inde a rapporté que le champignon *Myrosporum* était responsable d'une nouvelle antracnose portée par les semences. Zachos (1952) a rapporté que 27 % des semences en Crète étaient attaquées par *Pleospora herbarum* (*Stemphylium botrosum*) et qu'elles n'ont pas pu germer. On a pu déceler *Alternaria* sp. et *Mycogone* sp. sur des semences entreposées en provenance de l'Inde (Anon 1954). Das et Sengupta (1961) du Bangale de l'Ouest en Inde ont signalé que le *Stemphylium sarchiniforme* responsable des tâches de feuilles du pois chiche est porté par les semences.

Westerlund et col. (1974) ont rapporté que *Fusarium solani* f.sp. *pisi* responsable de la pourriture des racines du pois chiche est porté par les semences. Shukla et Bhargava (1977) ont également signalé que *F. solani* était associé aux semences de pois chiche. Mengista et Sinclair (1979) ont cité quinze champignons et une bactérie, *Bacillus subtilis*, détectés sur des semences en provenance de l'Ethiopie.

Deo et Gupta (1980) ont noté parmi les semences entreposées, l'existence de 34 types de champignons appartenant à 18 genres différents dont neuf espèces d'*Aspergillus* (les plus communes étant *A. candidus*, *A. flavus*, *A. stellatus* et *A. tamarii*), cinq espèces de *Penicillium* (*P. chrysosum*, *P. chrysogenum*, *P. islandicum*, *P. lividum* et *P. simplicissimum*) et trois espèces d'*Alternaria* (*A. alternata*, *A. humicola* et une non-identifiée). Trois espèces de *Fusarium* (*F. equiseti*, *F. fusarioides* et *F. moniliforme*) apparaissent assez fréquemment tandis que *Acremonium percisium*, *chaetamium globosum*, *Cladosporium tenuissimum*, *Cunninghamella* sp., *Curvularia lunata*, *Drechslera halodes*, *Gliocladium roseum*, *Monillia*, sp., *Paecilomyces variotii* et *Ulocladium chartarum* apparaissent sporadiquement. *A. flavus* est doté de la capacité d'attaque la plus puissante alors que *A. percisium* de la plus faible. Les italiens D'Ercole et Sportelli (1982) ont signalé une présence beaucoup plus fréquente de *A. solani*, *F. moniliforme*, *F. roseum*, *F. oxysporum*, *Penicillium* spp., *Cladosporium herbarum* et *Rhizopus nigricans* que du *Botrytis cinerea*, *Mycosphaerella* spp., *Ascochyta* spp. et *Acremonium*, isolés à partir de la surface stérilisée des semences.

A l'ICRISAT, *Alternaria* spp., *Ascochyta rabiei*, *Aspergillus* spp., *Botrytis cinerea*, *Curvularia* sp., *Fusarium* spp. *F. oxysporum*, *Penicillium* spp. *Phoma sorghina*, *Rhizoctonia bataticola* et *Rhizopus* spp. ont été isolés à partir des semences non-stérilisées tandis que *A. rabiei*, *Alternaria*, sp., *B. cinerea* et *F.*

*oxysporum* ont été isolé de la surface stérilisée des semences. A l'ICARDA, *Ascochyta rabiei*, *Cladosporium* sp., *Rhizopus* sp. et une bactérie non-identifiée ont été détectés grâce aux tests sur papier buvard.

### La lutte contre les maladies portées par les semences

Il est essentiel de lutter contre les maladies portées par les semences du pois chiche puisque les champignons tels que l'*Ascochyta rabiei* et le *Botrytis cinerea* présents en très faible proportion, peuvent provoquer dans des conditions favorables, une maladie (épiphytotique) sévère qui risque d'entraîner la perte totale de la récolte. Afin de réduire le rôle des champignons portés par les semences, il faudrait produire et semer des semences en bon état phytosanitaire, développer et cultiver des variétés résistantes et enrober les semences par les fongicides pour détruire les champignons qu'elles portent (Tableau 1). Plusieurs situations nécessitent la combinaison de ces trois méthodes.

Tableau 1. Maladies portées par les semences/la Mycoflore du pois chiche et les moyens de lutte.

Maladie	Agent pathogène	Enrobage recommandé des semences	Références
Anthraxnose du pois chiche	<u><i>Ascochyta rabiei</i></u>	Calixin M 3 g/kg/ Calixin M + Benlate (1:1) 3 g/kg/ Thiabendazole 3g/kg	Reddy 1980, Reddy 1984
Flétrissement	<u><i>Fusarium oxysporum</i></u> f. sp <u><i>ciceri</i></u>	Benlate T (benomyl 30% + thiram 30%) 2,5 g/kg	Haware et col. 1978.
Pourriture grise	<u><i>Botrytis cinerea</i></u>	Bavistin 25% + TMTD 50% 2,5 g/kg	Grewal 1982
Mystrosporium	<u><i>Mystrosporium</i></u> sp.	Formalin 0,5%	McRae 1932
Pourriture de pré et post-émergence	Mycoflore de la semence	Agrosan G N Agallol, Captan, thiram	Suhag 1973
Champignons de stockage	34 types de champignons appartenant à 18 genres	Ceresan, Dithane 7-78, propionate de calcium, acide sorbique	Déo et Gupta 1983

### *L'antracnose du pois-chiche*

L'inoculum de *A. rabiei* porté par les semences est la principale source d'inoculum qui permet à l'antracnose de se développer. Plusieurs études ont été menées afin de mettre au point une méthode d'enrobage des semences par les fongicides qui permet d'exterminer le champignon malin.

Sattar (1933) a suggéré les solutions suivantes: l'utilisation de semences propres, la désinfection des semences à l'aide d'une solution de sulfate de cuivre à 0,5% pendant 10 minutes et le traitement des semences infectées intérieurement en les trempant préalablement dans l'eau à 20°C pendant 6 heures et en les plongeant ensuite dans l'eau chaude à 53°C pendant 15 minutes. Zachos (1951) a signalé que le fait de plonger la surface stérilisée des semences infectées dans du vert-malachite à 0,005% pendant 2 heures, dans de la formaline à 0,05 % pendant 4 heures ou dans de l'eau chaude à 45-47°C pendant 10 minutes contrôlait la maladie efficacement à 84 , 93,3 et 87,5% respectivement. Khachatryan (1961) a trouvé que les traitements des semences au thiram mélangé avec 50% de TSE aux taux de 5 et 10 kg/tonne étaient plus efficaces. Ibragimov et col. (1966) a rapporté que l'utilisation du molybdate de phenthiuram (40% de thiram, 10% de trichlor phénolate de cuivre, et 20% de Y-BHC) et de molybdate de phenthiuram à 3-4g/kg permettait de lutter contre l'antracnose. Karahan (1968) a noté des résultats meilleurs en traitant les semences avec de l'Arasan au taux de 75 à 300g/100kg de semences.

Kaiser et col. (1973) a rapporté que le traitement des semences au benomyl et au TBZ réduit énormément l'infection des plantules. L'enrobage des semences avec du Calixin M (11% de tridémorph et 36% de maneb) (3g/kg), avec un mélange de Benlate et de Calixin M (1:1) (3g/kg) ou avec du thiabendazole (Tecto 60) (3g/kg) avait presque complètement exterminé *A. rabiei* des semences profondément infectées (Reddy 1980; Reddy et col 1982; Reddy 1984).

La vaporisation du feuillage au chlorothalonil (Bravo 500) à des intervalles de 10 à 15 jours permet de produire des semences saines à partir d'un cultivar extrêmement sensible placé dans des conditions favorables au développement de la maladie. Les lignées extrêmement résistantes à l'antracnose dont les gousses et les graines n'ont pas été infectées sont ainsi identifiées. Le recours à telles lignées pour le développement de cultivars résistants à l'antracnose peut réduire fortement le problème de l'infection des semences par *A. rabiei* (Reddy 1983).

### *Le flétrissement*

On a trouvé que le traitement des semences au Benlate T (benomyl 30% + thiram 30%) à un taux de 2,5 g/kg de semences permettait d'éliminer complètement le *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* porté intérieurement par les semences. L'efficacité persiste pendant au moins un an après le traitement (Haware et col. 1978, Haware et Néné 1981)

### *La pourriture grise*

Grewal (1982) rapporta que l'enrobage des semences avec une combinaison de Bavistin 25% + TMTD 50%, produisait un effet de synergie et permettait de lutter à la fois contre les infections internes et externes des semences par *A. rabiei* et *Botrytis cinerea*.

### *Autres champignons portés par les semences*

Les fongicides mentionnés ci-dessus, recommandés contre l'ascochyte, le flétrissement et la pourriture grise permettent également d'exterminer les autres champignons portés par les semences. Certains des ces fongicides, particulièrement efficaces contre les champignons d'entreposage ont été signalés aussi.

McRae (1932) rapporta que la désinfection des semences par la formaline à 0,5% tuait les spores de *Mystrosporium* responsables de l'antracnose des feuilles. Suhag (1973) obtint un excellent moyen de lutte contre la mycoflore des bactéries responsable de la pourriture de pré et de post-émergence en traitant les semences à l'Agrosan G.N. l'Agallol, le Captan et le Thiram. Deo et Gupta (1983) rapportèrent que le traitement des semences au Ceresan, au Dithane 7-78, au propionate de calcium et à l'acide sorbique permettait de réduire considérablement les accidents provoqués par les champignons d'entreposage et de maintenir une bonne faculté de germination.

## **Les lentilles**

### **Introduction**

Les lentilles sont touchées par les maladies provoquées par les champignons, les bactéries, les virus, les nématodes et les plantes parasites appartenant à la famille des spermatophytes ou plantes à graines. Les maladies les plus importantes sont: le flétrissement (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis*), la rouille (*Uromyces fabae-lentis*), l'antracnose (*Ascochyta lentis*), la pourriture grise (*Botrytis cinerea*), le mildiou (*Peronospora lentis*), l'oidium (*Erysiphe polygoni*), l'alternaria (*Alternaria tenuis*), les sclérotés des tiges (*Sclerotinia sclerotiorum*), la pourriture du collet (*Sclerotium rolfsii*), la pourriture des racines (*Rhizoctania bataticola*, *F. solani*, *F. roseum*, *Pythium ultimum*, *P. debaryanum*), les virus (la mosaïque jaune de l'haricot, le virus de l'enroulement des feuilles du pois, la mosaïque de la luzerne, la mosaïque du concombre, la mosaïque du pois) et les nématodes (les nématodes des racines, *Meloidogyne* sp., *Heterodera* sp.).

## Les maladies portées par les semences

Les principales maladies signalées être portées par les semences sont: le flétrissement, l'antracnose de l'ascochyte, la pourriture grise, l'alternariose et le virus de la mosaïque du pois. Les autres champignons rapportés être associés aux semences de lentille et responsables de la pourriture des racines et des semences sont: *Penicillium spp.*, *Fusarium monoliforme*, *F. semitectum*, *F. equisetia*, *F. solani*, *F. roseum*, *Rhizoctonia bataticola*, *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. ochraceus* et *Sclerotium rolfsii*. Les autres champignons d'entreposage signalés être associés aux semences de lentille sont: l'*Alternaria alternata*, *A. tenuissima*, *Fulvia fulva*, *Curvularia lunata*, *Helminthosporium sp.*, *Chaetomium sp.*, *Thanatephorus cucumeris*, *Phoma spp.* et *Stachybotrys sp.*

Les sclérototes de *S. sclerotium* et les débris de plantes infectés par *Uromyces fabae* (rouille) et *Peronospora lentis* (mildiou) se mélangent aux semences et les contaminent.

## La lutte contre les maladies portées par les semences (Tableau 2)

Pour le flétrissement, le traitement des semences au thiram + brassicol ou thiram + Bavistin (1:1) à un taux de 2,5 g/kg de semences, au Benlate (0,3 % en poids) à l'acide borique à 0,15% et au  $KMNO_4$  réduit considérablement les risques de maladies. Pour la pourriture/l'antracnose des tiges (*S. sclerotium*), il a été souvent rapporté que l'enrobage des semences au thiram ou au Phaltant (0,2% en poids) permet de lutter efficacement contre les maladies.

Pour la rouille, il est essentiel d'utiliser des semences qui ne contiennent pas de débris de plantes contaminées, ceux-là pouvant intervenir en tant qu'inoculum primaire. Le traitement des semences aux fongicides organomercurés à été recommandé pour annuler l'effet de l'inoculum porté par les semences.

Pour l'antracnose des lentilles, le traitement des semences au Benomyl s'est avéré efficace pour la désinfection et la protection des semences. Quant à la pourriture du collet causé par *Sclerotium rolfsii*, le traitement des semences au thiram + brassicol (1:1) au taux de 2,5g/kg de semences a permis d'obtenir des résultats aux champs assez prometteurs.

Il a été signalé que l'enrobage des semences au thiram, au Captan et au Bavistin était très efficace pour la lutte contre la mycoflore des semences de lentille et pour l'amélioration des rendements.

L'enrobage des semences au Vitavax puis au Benlate à des taux de 0,2% constitue un excellent moyen de lutte contre *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Fusarium*, et *Phoma*. L'Agrosan au taux de 0,3% est le meilleur moyen de lutte contre *R. solani*.

## **Les procédés d'analyse de l'état phytosanitaire des semences (Résumé d'après Neergaard 1977)**

Différentes méthodes d'analyse de l'état phytosanitaire des semences ont été développées. Les analyses générales peuvent révéler une large gamme d'agents pathogènes tandis que les analyses spécifiques permettent de détecter une espèce, une race ou une souche pathogène particulière. Les analyses générales les plus couramment utilisées par la détection des champignons sont le test au papier buvard (standard) et le test sur plaque de gélose. Bien qu'ils soient quelque peu limités aux champignons imparfaits, ces tests permettent de révéler la présence d'une large gamme de champignons. Les tests des symptômes des plantules et les tests de croissance constituent d'autres procédés très variés d'analyse. Les analyses spécialisées sont d'ordre sérologique et sont plutôt utilisées pour détecter et identifier les divers virus et bactéries ou certaines de leurs souches. Les tests sur plaques recouvertes de phages sont utilisés pour identifier les souches bactériennes tandis que les tests à l'aide de plantes indicatrices sont utilisés pour identifier les races physiologiques des agents pathogènes.

- 1. L'inspection directe:** Consiste à examiner la semence sèche impure à l'aide d'une loupe manuelle ou de préférence à l'aide d'un stéréomicroscope. On peut ajouter quelques gouttes d'eau aux semences pour faciliter la libération des spores et donc leur détection.  
*Application:* Les sclérotés des champignons, les boules de charbon, les galles de nématodes, les débris de plantes infectées; par exemple, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Bortrytis cinerea*, *Claviceps purpurea*. Les semences décolorées ou présentant des lésions provoquées par des champignons, des bactéries ou des virus; par exemple, *Xanthomonas phaseoli* et les virus tels que le virus de la mosaïque du soja infectant les semences de légumineuses.
- 2. Examen des suspensions obtenues par lavage des semences:** On peut utiliser un mélangeur mécanique pour obtenir des lavages normalisés. Des échantillons prélevés à partir de la suspension sont examinés au microscope composé.  
*Application:* Le charbon couvert causé par *Ustilago hordei* et *Tilletia* spp. dans le cas précis des céréales, les oospores de certains types de mildious ainsi que la détection rapide d'autres champignons comme *Pyricularia oryzae*, *Drechslera oryzae* et *Trichoconis padwickii* qui doivent en même temps être convenablement détectés par les techniques d'incubation dans le cas précis du riz.
- 3. La méthode du comptage de l'embryon entier:** Laisser tremper les graines toute la nuit dans de la soude NaOH à 10%, à une température de 22°C, puis laver les graines à l'eau tiède en les passant à travers un tamis dont

le diamètre des mailles diminue progressivement. Les embryons sont finalement éclaircis en ajoutant quelques gouttes de lactophénol.

Application: Le charbon nu de l'orge, *Ustilago nuda* et du blé, *Ustilago tritici*.

Tableau 2. Maladies portées par les semences/la mycoflore des lentilles et les moyens de lutte.

Maladie	Agent pathogène	Enrobage recommandé des semences
Flétrissement	<u>Fusarium oxysporum</u> f.sp. <u>lentis</u>	Thiram + brassicol ou thiram + Bavistin (1:1) 2,5g/kg; Benlate à 0,3 % et Acide borique à 0,5 % et KMNO <sub>4</sub> .
Pourriture/ rouille des tiges	<u>Sclerotinia</u> <u>sclerotiorum</u>	Thiram ou Phaltant 0,2 %
Rouille	<u>Uromyces fabae-</u> <u>lentis</u>	fongicides organomercurés
Ascochyte	<u>Ascochyta lentis</u>	Benomyl
Pourriture du collet	<u>Sclerotium rolfsii</u>	Thiram + brassicol (1:1) 2,5 g/kg
Pourriture des semences	<u>Rhizoctonia sclerotium</u> <u>Fusarium Phoma</u>	Vitavax et Benlate 0.2 %
Pourriture des racines	<u>R. solani</u>	Agrosan 0,3 %

4. **La méthode du papier buvard:** Après les avoir placées sur du papier buvard humecté d'eau dans des boîtes de petri, les semences sont habituellement incubées pendant 7 jours à une température de 20°C. La sporulation des champignons est stimulée à l'aide de radiations proches de l'ultraviolet (NUV) émis suivant des cycles standards de 12 heures de lumière et 12 heures d'obscurité. Afin de faciliter la pénétration des NUV, il convient d'utiliser des récipients en plastique ou en pyrex. Dans certains

cas précis, les papiers buvards sont trempés dans une solution de 2,4-D à 0,1-0,2% afin de contrecarrer la germination des semences, ce qui facilite le comptage.

*Application:* Cette méthode est la plus commune pour détecter une grande gamme de champignons imparfaits comprenant différentes espèces d'*Acremonium*, d'*Acroconidiella*, de *Botrytis*, d'*Alternaria*, d'*Ascochyta*, de *Cercospora*, de *Colletotrichum*, de *Diplodia*, de *Drechslera*, de *Fusarium*, de *Macrophomina*, de *Myrothecium*, de *Phoma*, de *Phomopsis*, de *Septoria* et d'autres espèces. Elle est pratiquement applicable à toutes les semences telles que les céréales, les herbes, les plantes ornementales (semences des plantes à fleur), les arbres forestiers et les végétaux.

5. **La méthode de la plaque de gélose:** Les semences sont placées dans des boîtes de pétri contenant un gel nutritif, en particulier du gel à extrait de malt (MA) et du gel au dextrose de pomme de terre (PDA). Des milieux sélectifs sont disponibles pour les tests spécifiques. Les conditions d'illumination sont identiques à celles de la méthode du papier-buvard et l'incubation dure 5 à 7 jours. Les analystes expérimentés peuvent évaluer les résultats à l'oeil nu en utilisant comme critères les caractères des colonies.

*Application:* C'est le procédé classique utilisé pour analyser les semences de lin sur milieu MA (Méthode d'Ulster) et également sur milieu PDA en vue de déceler *Septoria nodorum* dans le cas précis du blé (Méthode de Bronnimann, éclaircissement continu pendant 7 jours), *Ascochyta* spp. dans le cas précis du pois ainsi que d'autres champignons et hôtes. Bien que les champignons à croissance lente ne soient pas facilement décelés, le procédé est relativement sensible et permet de détecter des quantités très minimes d'inoculum.

6. **Méthode de congélation:** C'est la méthode du papier buvard modifiée. Après une exposition à la température de 10-20°C pendant un à deux jours, les semences sont incubées à la température de 20°C, en concordance avec les spécifications se rapportant à ce sujet. Cette incubation dure de quelques heures à une journée, elle est suivie d'une exposition à la lumière NUV pendant 5 à 7 jours, en gardant la même température de 20°C.

*Application:* Utilisée de préférence dans certains cas précis pour la détection des champignons tels que *Phoma lingam* présent dans les semences de crucifères, *Septoria nodorum* dans le blé et *Alternaria porri* dans l'oignon.

7. **Analyse ordinaire des symptômes présentés par les plantules:** Les graines sont semées dans de la terre, dans du sable autoclavés ou dans d'autres matériels similaires. Elles sont placées ensuite à la lumière normale du jour afin d'observer les symptômes qu'elles présentent. Un

procédé spécial, le test classique de Hiltner, offre des conditions normalisées permettant de détecter les agents pathogènes des plantules.  
*Application:* Cette méthode est souvent utilisée pour la détection des symptômes des plantules qui révèlent la présence des agents pathogènes sans toutefois les identifier. Elle est très pratique pour la détection des agents pathogènes communs dans les pépinières d'arbres forestiers et des agents pathogènes des plantules de céréales.

8. **Analyse des symptômes des plantules sur milieu liquide gélosé:** Les graines sont ensemencées sur un milieu liquide gélosé placé dans des tubes à essai de 16 mm de diamètre à raison d'une graine par tube ou sur des plaques de microculture en plastique ou dans des boîtes de pétri. Elles sont placées dans des conditions d'éclairage diurne équivalentes à un cycle de lumière artificielle et d'obscurité de 12/12 heures. Les plantules sont inspectées quant à la présence des symptômes. Les plantules saines sont ainsi replantées pour permettre ultérieurement de les inspecter suite à la quarantaine.

*Application:* Cette méthode est utilisée pour différents types de semences. C'est une méthode économique qui permet de séparer les plantules saines et les plantules infectées par l'usage des tubes à essais. Elle permet de détecter *Drechslera graminea*, *D. sorokiniana* et *D. teres* dans le cas précis de l'orge *Septoria nodorum* et *D. sorokiniana* dans le cas précis du blé *Didymella bryoniae* du cucurbit, *Macrophomina phaseolina* du sésame, ainsi que d'autres agents pathogènes et leurs hôtes.

9. **Test par indicateur, méthode par inoculation:** C'est une technique standard pour l'identification des virus mais elle est également utilisée pour la détection des bactéries pathogènes présentes en quantités infimes; par exemple, l'injection hypodermale des plantes indicatrices par du matériel provenant de l'agent pathogène soumis au test.

*Application:* Elle est utilisée pour la détection de *Xanthomonas phaseoli* et d'autres bactéries dans le cas précis de l'haricot et de *Xanthomonas campestris* chez les crucifères. Il est possible également de détecter *X. oryzae* du riz, etc.,.

10. **Méthode des plaques recouvertes de phages:** Les semences soumises au test sont macérées suite à une incubation de 24 heures afin de favoriser la multiplication des bactéries. Des échantillons de ce matériel sont transférés dans des flacons stériles et une suspension standard de particules phagiques est ajoutée. Des échantillons de ce mélange sont immédiatement étalés sur des plaques contenant l'indicateur bactérien pendant 6 à 12 heures. La présence de bactéries homologues est indiquée par une grande augmentation du nombre de particules phagiques lors du second étalement sur plaque.

*Application:* Cette méthode est utilisée pour détecter *Pseudomonas*

*phaseolicola* et *Xanthomonas phaseoli* dans le cas précis de l'haricot, *Pseudomonas pisi* du pois et *Corynebacterium michiganense* et *Xanthomonas vesicatoria* de la tomate. Elle est également utilisée au Canada pour les analyses de routine des semences de base de l'haricot.

11. **Méthodes sérologiques:** Un antisérum doit être disponible et les tests peuvent être conduits selon différents procédés: le test d'agglutination sur lame, le test de précipitation dans le tube, le test de micro-précipitation, le test de double diffusion sur gel, le test de floculation sur latex et le test d'immunofluorescence.

*Application:* Ces méthodes servent à détecter différents virus portés par les semences, elles peuvent être également utilisées pour n'importe quel agent pathogène, en particulier pour *Pseudomonas phaseolicola*.

### **La méthode de détection des virus portés par les semences**

1. Examen visuel des semences pour observer toute déformation visible extérieurement et associée à l'infection par les virus. Par exemple, le marbage du soja provoqué par le virus de la mosaïque du soja.
2. Tests de croissance durant lesquels on observe les symptômes que les plantules présentent. Ces tests ne peuvent cependant pas détecter la présence des virus portés si les symptômes n'apparaissent pas.
3. Tests par infection, utilisant des plantes indicatrices qui réagissent spécifiquement à certains virus sans toutefois prendre en compte les symptômes présentés par le matériel soumis à l'analyse. Ce test fournit des informations supplémentaires lorsqu'il est conduit en association avec des tests de croissance.
4. Les tests sérologiques permettent de contourner les limites imposées par les tests mentionnés ultérieurement. En plus, ils sont directs, spécifiques et rapides.
5. Tests au microscope électronique.

### **Bibliographie**

- Abdelghany, Badr Badr. 1970. Studies on some important damping-off and root-rot fungi of lentils. MSc thesis, Al-Azhar University, Cairo, Egypt.
- Anonyme. 1954. Sci. Rep. Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, 1951-52:75-87.
- Cother, E.J. 1977. Seed Science and Technology 5:593-597.
- Das, G.N. and Sengupta, P.K. 1961. Plant Disease Reporter 45:979.
- Davatzis, Helena K. 1981. Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki 12(2): 256-260.
- Deo, P.P. and Gupta, J.S. 1980. Seed Research 8(1): 83-84.

- Deo, P.P. and Gupta, 1983. Pesticides 17:13-14.
- D'ercole, N. and Sportelli, M. 1982. *Informatore Fitopatologico* 32: 51-54.
- Grewal, J.S. 1982. *Indian Journal of Genetics* 42: 393-398.
- Gurha, S.N.Mishra, D.P., Nath, J., and Chauhan, J.S. 1982 *Indian Journal of Mycology and plant Pathology* 11: 258-259.
- Hampton, R.O. and Mochlbaver, F.J. 1977. *Plant Disease Reporter* 61: 235-238.
- Haware, M.P., Nene, Y.L. and Rajeswari, R. 1978. *Phytopathology* 68: 1364-1367.
- Haware, M.P. and Nene, Y.L.1981. *International Chickpea Newsletter* 4: 17-18
- Hewit, W.B. and Chiarappa, L. 1977. *Plant health and quarantine in international transfer of genetic resources*. CRC Press, Inc., Cleveland, Ohio. USA. p. 346.
- Ibragimov, G.R. Akhmedov, S.A. and Garadagi, S.M. 1966. *Khimiya Sel Khoz.* 4: 23-24.
- Kaiser, W.J., Okhovat, M., and Mossahebi, G.h. 1973. *PLant Disease Reporter* 57: 742-746.
- Karahan, O. 1968. *Bitki Koruma Bult.* 8: 77-109.
- Khachatryan, M.S. 1961. *Sbor. Nauch. Issled. Inst. Zemledel. Armyan, S.S.R.* 2: 147-155.
- Luthra, J.C. and Bedi, K.S. 1932. *Indian Journal of Agricultural Science* 2: 499-515.
- McRae, W.1932. *Sci.Rep.Agr.Res.Inst.,Pusa*, 1930-31: 78-86.
- Mengista, A.and Sinclair, J.B. 1979. *Plant Disease Reporter*: 616-619.
- Mitra, M. 1935. *Proc. Indian Sci. Cong.* 22: 374.
- Nahdi, Salcha,Nusrath, M., Batool, Hajera, and Nagamani, V.1982. *Indian Journal of Botany* 5: 196-198.
- Neergaard, P.1977. *Seed pathology*. MacMillan, London, U.K.
- Nene, Y.L. 1980. *Pulse pathology*. Progress Report 8. ICRISAT. Patancheru, India.
- Parveen, Q., and Prakash, D. 1981. *Acta Botanica India* 9(1): 158-159.
- Reddy, M.V. 1980. *International Chickpea Newsletter* 3: 12.
- Reddy, M.V., Singh, K.B. and Nene, Y.L.1982. *International Chickpea Newsletter* 6: 8-19.
- Reddy, M.V. 1983. *Proceedings of 10th International Congress of Plant Protection* 3: 1207. Abstract.
- Reddy, M.V. 1984. *International Chickpea Newsletter* (in press).
- Sattar, A. 1933. *Ann. Applied Biology* 20: 612-632.
- Shukla, D.N. and Bhargava, S.N. 1977. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India* 47: 199-203.
- Suhag. L.S. 1973. *Indian Journal of Mycology and Plant Pathology* 3: 40-43.
- Vishunavat, K. and Shukla,P. 1980. *Indian Phytopathology* 32: 279-280.
- Vishunavat, K. and Shukla,P. 1981. *Pesticides* 15(2): 15-16.

- Westerlund, F.V.Jr., Campbell, R.N., and Kimble, K.A. 1974. *Phytopathology* 64: 436.
- Zachos, D.G. 1951. *Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki* 5(2): 76-87.
- Zachos, D.G. 1952. *Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki* 6(2): 60-61.

## Le traitement des semences

---

**Marlene Diekmann**  
*Unité des Ressources Génétiques,*  
*ICARDA, BP. 5466*  
*Alep, Syrie*

L'état phytosanitaire des semences est un facteur important déterminant leur qualité. Un lot donné de semences ayant une bonne faculté de germination, un haut niveau de vigueur et une bonne pureté reste toutefois sans valeur aucune pour les agriculteurs s'il est contaminé par des agents pathogènes. Cet état risque de provoquer une chute importante des rendements ou même la perte de toute une culture dans une zone bien déterminée.

Les semences peuvent être contaminées par des virus, des bactéries, des cryptogames, des nématodes et des insectes. Il faudrait distinguer d'une part entre les maladies portées par les semences et d'autre part les espèces nuisibles et les affections qu'elles occasionnent (comme par exemple, les charançons des graines: *Trogoderma* spp.) ainsi que les pathogènes infestant les semences durant l'entreposage: *Aspergillus flavus*. Dans ce dernier cas, les semences servent de véhicule à la dissémination des ravageurs et des autres agents pathogènes (par exemple, les caries des céréales causées par *Tilletia* spp).

Bien que le premier group soit capable de détruire tout un lot de semences, il est facile à détecter, ce qui permet de prendre toutes les mesures de précautions nécessaires. Par ailleurs, des conditions optimales de stockage permettent de limiter l'action de ce groupe. En ce qui concerne le second group, le traitement des semences est un moyen parmi d'autres pour assurer un bon état phytosanitaire des semences. Les autres méthodes, brièvement mentionnées dans ce contexte comprennent entre autre la production de semences dans des zones exemptes de contaminations, dans des conditions de lutte assez efficace contre les maladies ou bien lorsque des plans d'inspection sur champs sont établis. En outre, le traitement des semences permet de lutter efficacement contre certains groupes d'agents pathogènes. Il existe une large gamme de pesticides très efficaces contre les champignons pathogènes et les ravageurs. Par contre, pour les virus, les bactéries et les nématodes, beaucoup de problèmes sont encore à résoudre. Les semences sont traitées à la chaleur,

en les mélangeant aux divers produits chimiques (enrobage des semences) ou par fumigation. Chacun de ces traitements est décrit en détail dans ce chapitre.

### **Utilisation de la chaleur**

La chaleur est utilisée sous forme d'eau chaude, d'air chaud ou de radiations solaires. L'eau chaude, méthode très commune, a été appliquée pour la première fois vers la fin du 19<sup>ème</sup> siècle pour lutter contre le charbon des céréales. Le traitement à l'eau chaude est resté le seul moyen de lutte contre le charbon des céréales (*Ustilago nuda*, *U. tritici*) jusqu'à l'introduction des fongicides systémiques vers la fin des années 1960. En Australie, les autorités chargées de la quarantaine utilisent couramment cette méthode pour lutter contre les agents pathogènes exotiques. Pour le blé, elle consiste à tremper les semences pendant 4 à 5 heures à une température de 37 à 40°C, de les exposer pendant 10 minutes à une température de 54°C et enfin de les sécher à l'air. L'air chaud est également utilisé dans certains cas pour extirper les virus des semences. Le traitement par radiations solaires est utilisé dans les pays à climat chaud comme l'Égypte mais il est de plus en plus remplacé par les traitements chimiques.

### **Le mélange des semences aux produits chimiques (enrobage des semences)**

A l'heure actuelle, c'est une méthode standard de traitement des semences de nombreuses cultures telles que les céréales, les graines de colza et le coton. La gamme variée de produits chimiques disponibles sur le marché ne cesse de s'élargir. Les appareils ont été perfectionnés dans le but d'assurer un dosage sûr et fiable de ces produits.

### **Les produits phytosanitaires**

Le tableau 1 présente un aperçu général des produits phytosanitaires utilisés pour l'enrobage des semences. Cette liste n'est certainement pas définitive et n'implique aucune préférence des produits mentionnés par rapport aux autres ne figurant pas sur cette liste. Il faut également noter que certains produits figurant sur cette liste ne sont pas mentionnés dans certains pays ou bien qu'ils sont enregistrés sous des noms commerciaux différents.

Les produits phytosanitaires sont disponibles sous diverses formulations: les poudres, les poudres mouillables pour les bouillies et les concentrés liquides. Les poudres sont généralement utilisées à un taux de 2g/kg de semences environ tandis que les bouillies ou les liquides sont utilisés à des taux variant entre 5 et 10ml/kg de semences. Ces dernières formulations sont généralement préférées aux poudres parcequ'elles permettent d'obtenir

facilement des mesures plus exactes et un meilleur enrobage des semences. Par ailleurs, les risques auxquels l'opérateur est exposé sont réduits puisqu'il évite ainsi les poussières résultant du poudrage.

Afin d'éviter ces problèmes, différents adjuvants peuvent être ajoutés aux poudres. A ce titre, un additif bon marché comme la dextrine, utilisée en solution de 0,2% ajoutée dans une proportion de 3 à 5 ml/kg de semences, est à prescrire. On peut également utiliser des adhésifs spéciaux plus efficaces mais toutefois plus onéreux, comme les "incrusteurs", le Sacrust par exemple.

Le choix des produits phytosanitaires adéquats dépend, en effet, des organismes cibles. En général, on peut distinguer entre trois types d'agents pathogènes:

- Les pathogènes qui contaminent les semences en surface et infectent les plantules après plantation; par exemple, la carie commune (*Tilletia* spp.) et le charbon des feuilles de blé (*Urocystis agropyri*). Ceux-là sont faciles à contrôler à l'aide des produits chimiques.
- Les pathogènes qui infectent l'embryon durant la floraison: le charbon nu (*Ustilago* spp.) par exemple. Seuls les fongicides systémiques permettent de lutter efficacement contre ces maladies.
- Les pathogènes qui infectent plusieurs parties de la plante (feuilles, tiges, gousses, semences): par exemple, *Helminthosporium* spp. et *Ascochyta* spp. On lutte contre ces agents pathogènes à l'aide des fongicides systémiques.

Tableau 1. Quelques produits chimiques utilisés pour l'enrobage des semences. \* Important: Lire le mode d'emploi avant d'utiliser les insecticides. Suivre les instructions données.

Ravageur/Maladie	Culture	Nom commercial Fabriquant	Matière(s) active	Dose recommandée
Majorité des insectes nuisibles de stockage	toutes les cultures	Malathion/ Cyanamid Américain	malathion	10 ppm. m.a.
		Damfin/ Ciba Geigy	methacrifos	5-10 g m.a./tonne
		Nuvan 7/ Ciba Geigy	dichlorvos 70 g/l	2-3 dl/tonne
		Actellic/ICI	pirimiphos de méthyl	4-10 ppm m.a.
vers de fils, autres insectes du sol	betterave sucrière surtout	Agronox/ Celamerck	lindan 20%	500-800 g/100kg

Nombreux insectes du sol, oiseaux	Maïs, betterave sucrière	Mesuro/ Bayer	mercaptodimethur 80%	1 kg/100 kg
<u>Xanthomonas malvacearum</u>	coton	Bronocot/ICI	12% bronopol	1 kg/150 à 200 kg
Maladies bactériennes	différentes cultures	Copac E/ BASF	sulfate de cuivre (30 g/l de cuivre)	sous forme de tests
<u>Tilletia</u> spp. <u>Septoria</u> spp. <u>Fusarium</u> spp.	céréales	Quinolate 15/ Quino la Quinoleine	15% oxiquinolinate de cuivre	200 g/100 kg ou 200 g + 300-500 cc eau/100 kg
<u>Ustilago</u> spp. <u>Tilletia</u> spp. <u>Fusarium nivale</u> <u>Rhizoctonia solani</u>	céréales  coton	Campogran/ BASF	Furmecycloz 500g/l(liquide) 40% (poudre)	250 ml/100 kg 250 g/100 kg
<u>Helminthosporium</u> spp.  <u>Fusarium</u> spp. <u>Septoria nodorum</u>	céréales	Sportak Bejdse/FBC	200 g/l prochloraz	0.2-0.5 g a.i./kg
<u>Gibberella fujikuroi</u> <u>Helminthosporium</u>	riz	Sportak/FBC	250 g/l prochloraz formule CE	trempage des graines, 24 h dans une solution à 12,5 g m.a.
<u>Helminthosporium</u> spp. <u>Tilletia caries</u> <u>Fusarium</u> spp. <u>Septoria nodorum</u> <u>Ustilago nuda</u>	céréales	Rovral ts/ Rhône Poulenc	35% iprodione 17,5% carbendazim	150 g/100 kg; pour <u>U. nuda</u> augmenter la dose à 200-250 g.
<u>Tilletia</u> spp. <u>Ustilago</u> spp. <u>Helminthosporium</u> spp. <u>Fusarium nivale</u>	céréales	Arbosan UT/ Ciba Geigy	15% methfuroxam, 2,5% imazalil, 2,5% thiabendazole	200 g/100 kg
<u>Tilletia</u> spp. <u>Urocystis</u> spp. <u>Fusarium nivale</u>	blé, seigle	Sibutol/ Bayer	37,5% biter-tanol, 2,3 fuberidazole	150 g/100 kg; pour <u>T. controversa</u> augmenter la dose à 200 g.
<u>Tilletia</u> spp. <u>Urocystis</u> spp. <u>Ustilago</u> spp. <u>Helminthosporium</u> spp.	céréales	Baytan/ Univer sol Bayer	22% triadimenol; 3,3 imazalil 3% fuberidazole	15-200 g/100 kg

<u>Tilletia</u> spp.	céréales	Vitavax 200	17% carboxin 17% thiram	250 g 100 kg
<u>Urocystis occulta</u> <u>Ustilago</u> spp. <u>Helminthosporium</u> spp.		et autres formules/ Uniroyal		
<u>Rhizoctonia</u> spp. <u>Fusarium</u> spp. <u>Alternaria</u> spp. <u>Verticillium</u> spp. <u>Sclerotinia</u> spp.	Poivre tomate choux concombre	Rovral ts/ Rhône-Poulenc dazim	35% iprodione 17,5% carben-	250-500 g/ 100 kg
<u>Rhizoctonia solani</u>	coton	Derosal 60 WP/ Hoechst	59,4% carbendazim	180 g/100 kg
<u>Colletotrichum lindemuthiaume</u>	haricots	Derosal 60 <sup>®</sup> WP/ Hoechst	59,4% carbendazim	300 g/100 kg
<u>Ascochyta</u> spp.	légumi- neuses	Calixin M/ BASF	11% tride- morph 36% maneb	300 g/100 kg
Maladies dues à un excès d'humidité	légumi- neuses, autres cultures	Aatiram/ Aagrunol- Stacher	67% thiram	300 g/100 kg

\* Recueillies à partir des brochures d'informations des fabricants.

Les deux premiers groupes d'agents pathogènes produisent une seule génération par an et sont transmis exclusivement par les semences tandis que la lutte contre les agents du troisième groupe se fait également à l'aide de fongicides utilisés en plein champs.

Dans le cas des ravageurs, la fumigation est le moyen de lutte le plus efficace contre les insectes infestant les semences durant l'entreposage. Dans certains cas particuliers, il est préférable de traiter les semences pour protéger les plantules contre toute infestation par les insectes du sol.

Il est cependant très difficile sinon impossible de lutter efficacement à 100% contre les attaques, même en utilisant les meilleurs produits phytosanitaires disponibles. Certaines semences échappent presque toujours au traitement alors que d'autres reçoivent plus que la dose recommandée.

## L'appareillage

La pelle est le moyen le plus facile pour mélanger les semences avec les produits phytosanitaires. Cependant, elle ne permet pas d'obtenir un mélange

homogène, ni d'éviter un sur-dosage ou un sous-dosage, ni d'assurer la sécurité de l'opérateur.

La meilleure méthode consiste à utiliser une bétonnière ou un tambour rotatif manuel ou mécanique, placé de préférence en position diagonale. Il faut cependant prendre toutes les précautions nécessaires pour s'assurer que ces appareils fonctionnent assez longtemps pour permettre une distribution uniforme des produits chimiques.

Le fait que le dosage est effectué manuellement présente un inconvénient majeur. Le plus souvent, une quantité inconnue de produits chimiques est ajoutée à une quantité inconnue de semences. Il en résulte habituellement des semences sur-traitées, ce qui n'est pas seulement assez onéreux mais entraîne également une détérioration de la viabilité des semences.

Pour ces raisons, des machines assurant le dosage automatique des produits chimiques ont été mises au point. Dans le cas des appareils de traitement Gustafson par exemple, le poids des semences mesuré sur le plateau de la balance actionne le système de dosage des produits chimiques. En ajustant un contre poids, une quantité donnée de semences est traitée avec une quantité équivalente de produits chimiques, lesquelles sont mesurées dans des coupelles standards manipulées à l'aide du trébuchet du plateau de la balance. Il existe plusieurs dimensions assurant les capacités de traitement désirées pour ces appareils ainsi que pour d'autres similaires mais de marques différentes.

Tous les appareils de traitement automatique des semences ne fonctionnent fidèlement que lorsqu'ils sont calibrés correctement. Il est nécessaire de suivre à la lettre les instructions du fabricant.

### **Précautions de sécurité**

Actuellement, on tend de plus en plus à utiliser les produits chimiques qui présentent le minimum de risques pour l'opérateur et pour l'environnement. Des substances extrêmement toxiques telles que les organo-mercuriques (Cérésan et autres) et les fongicides très persistants comme l'hexachlorobenzène (HCB) sont remplacés à présent par des produits nouveaux. Ces substances ont provoqué dans le passé des cas d'empoisonnement très sévères dont certains mortels. La plupart de ces cas, sinon tous, s'étaient produits lorsque des humains et/ou des animaux d'élevage ont consommés des semences traitées, destinées à la culture. Même dans le cas des nouveaux produits phytosanitaires moins toxiques, il est nécessaire de prendre les précautions de sécurité suivantes:

- Il faudrait soigneusement étiquetter les semences traitées et ne les utiliser en aucun cas comme nourriture ou aliment.
- Il faudrait traiter les semences dans un local bien aéré. De même, il faut absolument éviter tout contact avec les produits chimiques, que ce soit par

- respiration des poussières ou des poudres, ou par contact direct avec la peau, les vêtements de protection sont recommandés.
- Comme pour tous les pesticides, il faudrait se débarrasser des récipients vides et ne jamais les réutiliser dans les travaux ménagers ou à la ferme.

### **La fumigation**

Dans plusieurs pays, la fumigation est un traitement routinier utilisé le plus souvent pour lutter contre les infestations par les ravageurs durant l'entreposage des semences (charançons des graines, bruches). En général, le procédé consiste à appliquer des insecticides volatiles dans un local confiné (silo, entrepôt ou chambre de fumigation). Pour que la fumigation soit plus efficace, il est indispensable que le plafond soit étanche à l'air. La fumigation permet de lutter contre les ravageurs à n'importe quel stade de leur cycle biologique, c'est là son avantage principal.

### **Les produits chimiques**

Deux produits sont les plus utilisés: la phosphine et le bromure de méthyle. Les autres produits sont le dichlorvos, le dioxyde de carbone, l'oxyde d'éthylène et l'acide cyanhydrique (HCN).

*La phosphine:* Elle est disponible sous forme solide (granules de 0,6 g, pastilles de 3 g). La substance active est le phosphide d'aluminium mélangé au carbonate d'ammonium et à la paraffine (nom commercial: Phostoxin). Lorsqu'elles sont exposées à l'atmosphère ambiante, les granules se décomposent et libèrent la substance active, le phosphide d'hydrogène (PH<sub>3</sub>), dont le poids spécifique est égal à celui de l'air. Il se trouve de ce fait réparti uniformément dans la matière ou dans la chambre soumise à la fumigation. De même, la phosphine est capable de pénétrer dans les sacs, les boîtes en carton et les autres récipients.

La dose recommandée est de 1/2 à 1 pastille par m<sup>3</sup>, avec un temps d'exposition de 2 à 4 jours pour les granules et de 3 à 5 jours pour les pastilles. Granules et pastilles sont placées sur du carton et suffisamment espacées pour éviter un allumage spontané. Les restes de poudre sont faciles à éliminer.

Les principaux avantages de la phostoxine consistent à ne pas laisser de résidus, à ne pas affecter le goût ni la capacité de germination des semences et d'être facile à manipuler.

*Le bromure de méthyle:* Le bromure de méthyle se trouve à l'état gazeux à des températures supérieures à 5,6°C. Il est disponible en bonbonnes identiques à celles contenant le gaz domestique. Puisqu'il est inodore, on lui ajoute

quelques fois d'autres gaz comme le chloropicrine, afin de faciliter la détection des fuites éventuelles.

Étant 3 fois et demi plus lourd que l'air, il est nécessaire de prendre soin de répartir correctement le bromure de méthyle dans les matières soumises à la fumigation (pour cela la ventilation est un moyen efficace). La dose recommandée est de 20 g/m<sup>3</sup> pendant 24 à 48 heures.

Le bromure de méthyle étant facilement absorbé à travers la peau il faudrait prendre des mesures de sécurité particulières. En outre, ce gaz tend à s'accumuler dans les denrées, fait important lorsqu'il s'agit de répéter la fumigation.

### **L'appareillage**

On utilise des feuilles en plastique imperméables aux gaz, se chevauchant à 50 cm de distance au moins et recouvertes de sable pour maintenir un contact intime avec le sol. Les fuites de gaz réduisent les effets des insecticides et constituent un danger pour l'opérateur. Il est indispensable de prévoir un plancher en ciment afin d'éviter les fuites de gaz à travers le sol. Il faut également prendre soin de bien aérer le local dans lequel la fumigation a lieu, les ventilateurs sont recommandés dans ces cas là.

Il est possible de réaliser une fumigation de l'ensemble de l'entrepôt si celui-ci est équipé de portes et de fenêtres qu'on peut fermer hermétiquement. Toutefois, la plupart des entrepôts laissent échapper les gaz à travers de nombreuses autres ouvertures. Les silos permettent habituellement de réaliser les fumigations dans de bonnes conditions. Cependant, lorsqu'il faudrait utiliser de grandes quantités de gaz pendant laps de temps assez court, il est préférable d'effectuer la fumigation dans des chambres à vide. De telles chambres sont disponibles dans des dimensions variant entre 1 et 50 m<sup>3</sup>. Dans certains cas, elles se présentent sous forme d'installations dont la dimension peut atteindre 6 x 50 m<sup>3</sup>. Elles sont équipées de ventilateurs, de pompes et autres appareils. Le bromure de méthyle et l'oxyde d'éthylène sont utilisés.

### **Conditions de sécurité**

Il faudrait protéger le visage de l'opérateur à l'aide de masques munis de boîtes métalliques, surtout durant l'aération. Il faudrait également porter des gants en coton lors de la manipulation de la Phostoxine. Il est possible de vérifier la concentration du gaz à l'aide d'un détecteur à gaz Halide pour le bromure de méthyle et à l'aide d'un tube à détection ( Draeger ) pour la Phostoxine.

Il faudrait mettre en évidence et de façon parfaitement visible, un signal d'avertissement prévenant les gens de ne pas déplacer les feuilles de plastique par inadvertance ou bien d'entrer dans un local dans lequel une fumigation est en cours.

## Appendice: liste des adresses des fabricants

---

Aagrunol staehler  
Postfach 2047  
2160 Stade  
Allemagne de l'Ouest

Cyanamide Américain  
Avenue Berdan  
Wayne, N.J. 07470  
Etats Unis d'Amérique

BASF  
6700 Ludwigshafen  
Allemagne de l'Ouest

Bayer AG Pflanzenschutz  
509 Leverkusen-Bayerwerk  
Allemagne de l'Ouest

Celamerck  
Binger Strasse  
6507 Ingelheim  
Allemagne de l'Ouest

Ciba Geigy  
4002 Bâle  
Suisse

FBC limited  
Hauxton, Cambridge  
CB2 5HU  
Angleterre

Hoechst AG  
Postfach 80 03 20  
6230 Frankfurt 80  
Allemagne de l'Ouest

ICI  
Division de Protection  
des Plantes  
Fernhurst, Hasslemere  
Surrey, GU27 3JE  
Angleterre

Quino - La Quinoleine  
43, rue de Liège  
75008 Paris  
France

Rhône - Poulenc  
B.P. 9163  
69263 Lyon Cedex 1  
France

## L'entreposage des semences

---

**P.K. Agrawal**

*Division de la Sciences et Technologie des semences,  
Institut Indien de Recherches Agricoles,  
New-Delhi, 110012, Inde*

L'utilisation des semences de qualité constitue l'intrant le moins onéreux de l'agriculture moderne. Le fait d'avoir à disposition des semences viables et vigoureuses lors des semailles est un facteur très important pour l'amélioration de la production agricole. Les bonnes semences jouent le rôle de catalyseur permettant de tirer le maximum de profits des autres facteurs intervenant dans cette production.

Il est très difficile d'éviter une baisse de viabilité des semences lors de leur entreposage et il est encore moins possible d'améliorer cette viabilité. Cependant, l'entreposage devrait permettre de minimiser la perte de viabilité et de vigueur des semences.

Il existe trois types d'entreposage, seuls les deux premiers seront discutés dans ce chapitre.

1. L'entreposage des semences à partir du moment de la récolte et jusqu'aux prochains semis (à court terme: de 6 à 8 mois).
2. L'entreposage des excédents de la récolte (à moyen-terme: habituellement de 12 à 14 mois).
3. L'entreposage des germoplasmes, des semences de l'améliorateur et des échantillons destinés aux essais de laboratoire servant à des fins de réglementation (à long-terme: habituellement de 5 à 20 ans).

Il est possible de répartir les semences en 2 groupes principaux, en fonction de leurs caractéristiques de viabilité : les semences ordinaires et les semences récalcitrantes. Pour la première catégorie, la période de viabilité des semences augmente lorsqu'on réduit leur teneur en eau ainsi que la température d'entreposage. Les semences de céréales, de légumineuses alimentaires et de fourrages en sont un bon exemple. Les caractéristiques d'entreposage des semences ordinaires varient considérablement selon les

espèces. Elles peuvent être bonnes: (*Oryza sativa*, *Vigna radiata*), intermédiaires (*Gossypium* spp., *Sorghum bicolor*, *Triticum* sp.) ou mauvaises (*Glycine max*, *Arachis hypogea*).

Les semences récalcitrantes de la seconde catégorie ne peuvent subir un séchage sans que des effets nuisibles ne se manifestent, leur viabilité est réduite même dans les conditions ambiantes. C'est le cas des semences de café, de caoutchouc, de cacao et d'huile de palme.

La viabilité des semences durant l'entreposage est influencée par un certain nombre de facteurs dont les plus importants sont la teneur en eau des semences, l'humidité relative de l'atmosphère et la température d'entreposage. Parmi les autres facteurs nous citons: la température de sauvegarde des semences, l'hérédité, la présence de gaz durant l'entreposage, les microflores, les ravageurs ainsi que l'utilisation des fongicides.

## L'humidité relative

L'humidité relative (HR) mesure la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air par rapport à la quantité d'eau que l'air est susceptible de retenir jusqu'à atteindre son point de saturation et ceci à une température donnée. La capacité de rétention d'eau de l'air augmente en fonction de l'élévation de sa température. Si le poids absolu de l'eau reste constant, l'humidité relative diminue lorsque la température augmente. Lorsque l'air est chauffé, sa capacité de rétention d'eau augmente rapidement (Tableau 1)

Tableau 1. Teneur en eau de l'air, à saturation (100%) à des températures différentes.

Température °C	Vapeur d'eau (g)/ Air sec (kg)
- 5	2,48
0	3,78
10	7,63
20	14,70
30	27,18
40	48,79
50	86,11

A une température particulière et une humidité relative donnée, chaque type de semences atteindra une teneur en eau qui lui est propre et que l'on appelle teneur en eau d'équilibre (Tableau 2). Chez la plupart des espèces, les

semences peuvent être séchées jusqu'à une teneur en eau de 2 à 3% sans qu'aucun dommage important ne survienne, à condition toutefois que d'autres facteurs associés au séchage des semences ne soient la cause des dommages; par exemple, les hautes températures.

Tableau 2. Teneur en eau d'équilibre des semences à des taux différents d'humidité relative et à une température d'environ 25°C (basée sur le poids humide).

Type de culture	Humidité Relative						
	15	30	45	60	75	90	100
	Teneur en eau						
Orge ( <u>Hordeum vulgare</u> L.)	6,0	8,4	10,0	12,1	14,4	19,5	26,5
Mais, des champs. ( <u>Zea mays</u> L.)	6,5	8,5	9,9	12,2	13,6	18,3	23,0
Coton ( <u>Gossypium hirsutum</u> L.)	-	6,0	7,5	9,1	11,5	18,0	-
Lin ( <u>Linum usitatissimum</u> L.)	-	5,6	6,3	7,9	10,0	15,2	21,4
Avoine ( <u>Avena sativa</u> L.)	5,7	8,0	9,6	11,8	13,8	19,5	24,1
Arachide ( <u>Arachis hypogaea</u> L.)	2,5	4,2	5,6	7,2	9,8	13,0	-
Riz ( <u>Oryza sativa</u> L.)	6,8	8,6	10,7	12,6	14,4	18,4	23,6
Seigle ( <u>Secale cereale</u> L.)	7,0	8,7	10,5	12,2	14,8	20,6	26,7
Sorgho ( <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench)	6,4	8,6	10,5	12,0	15,2	18,8	21,9
Soja ( <u>Glycine max</u> (L.) Mew)	4,3	6,5	7,4	9,4	13,1	18,8	-
Tournesol ( <u>Helianthus annuus</u> L.)	-	5,1	6,5	8,0	10,0	15,0	-
Blé, blanc ( <u>Triticum aestivum</u> L.)	6,7	8,6	9,9	11,8	15,0	19,7	26,3
Blé dur ( <u>Triticum durum</u> Dest.)	6,6	8,5	10,0	11,5	14,1	19,3	26,6

## La Température

En général, lorsqu'un certain niveau de température est atteint, les semences se détériorent d'autant plus rapidement que la température est élevée. La teneur en eau des semences et la température d'entreposage

influencent la viabilité des semences durant l'entreposage en interagissant l'une sur l'autre. Les basses températures sont plus efficaces que les hautes températures quant la sauvegarde des semences, toutefois les températures supérieures au point de congélation, en particulier entre 5 et 0°C, sont considérées être les plus efficaces. Il faut néanmoins noter que le maintien prolongé d'une température assez basse est excessivement onéreux.

La chaleur provenant d'une source extérieure ne pénètre que lentement dans la masse de semences. Les températures diurnes influencent rarement les semences au delà de quelques centimètres en dessous de leur surface. La chaleur dégagée exclusivement par le métabolisme des semences sèches est d'environ  $1 \times 10^{-7}$  cal/sec/cm<sup>3</sup>, tandis que celle dégagée par les semences/graines humides est approximativement de  $1,3 \times 10^{-5}$  cal/sec/cm<sup>3</sup>. La quantité de chaleur produite par les champignons, les insectes et autres organismes infestant les semences est sensiblement plus élevée. Lors de la mise au point de structures mieux adaptées à l'entreposage des semences, il convient de se rappeler de certains points importants concernant la température:

1. Les mites ne se développent pas à des températures inférieures à 5°C (41°F) ni les ravageurs au dessous de 15°C (60°F).
2. La plupart des champignons pathogènes affectant les semences pendant l'entreposage ne se développent pas à des températures inférieures à 0°C (32°F).
3. L'effet de la température sur un organisme est en corrélation directe avec la quantité d'humidité présente, parce qu'une élévation de la température correspond à une diminution de la quantité d'humidité relative présente dans l'atmosphère. La loi de Harrington (1960) établit que la durée de vie des semences est réduite en moitié pour toute augmentation de sa teneur en eau de 1%. Ceci s'applique lorsque la teneur en eau des semences est comprise entre 5 et 14%.

La loi affirme par ailleurs que toute augmentation de la température de 5°C réduit en moitié la durée de vie des semences et ceci pour des températures comprises entre 0 et 50°C. Les deux aspects de cette loi s'appliquent indépendamment. Par conséquent, les semences dont la teneur en eau est de 10% et qui sont stockées à 20°C survivront deux fois plus longtemps que celles dont la teneur en eau est de 8 % et qui sont stockées à 30°C.

## **Les conditions physiques des semences**

La plupart des lésions mécaniques que les semences subissent ne sont pas facilement détectables. Les analyses les plus communes pour la mise en évidence des lésions mécaniques consistent à observer les fractures des téguments ou de la structure de la plantule au cours des essais de croissance.

Les symptômes des lésions mécaniques qui apparaissent lors des essais standards de croissance sont variables. Ils comportent la perte de certaines structures de la semence, des fractures à l'intérieur de ces structures, des structures de forme anormale, des infections à l'intérieur des tissus des cicatrices, une croissance limitée, une contraction anormale des cotylédons ainsi que des fissures ou d'autres défauts de développement des hypocotyles et des racines primaires. Les racines endommagées présentent souvent un nanisme ou une forme entortillée et leurs extrémités ont souvent une apparence émoussée et terne.

## La microflore et les ravageurs

Les champignons infestant les semences pendant leur entreposage comprennent principalement plusieurs "groupes d'espèces" de la famille des *Aspergillus* et des *Penicillium*. Ces champignons n'attaquent en aucun cas les graines avant qu'elles ne soient entreposées.

Voici les principaux effets de ces champignons sur les semences lors de l'entreposage: une baisse de leur faculté germinative; la décoloration des embryons, des semences ou des graines; la production de mycotoxines; un échauffement; le développement d'odeur de moisi et l'apparition de croûtes en plus d'un dépérissement complet.

La viabilité des semences peut être affectée de différentes manières par la présence des ravageurs:

1. Si le nombre de ravageurs devient suffisamment important, ceci risque de rendre l'environnement de l'entreposage nuisible aux semences à cause de l'augmentation simultanée de la température, de la teneur en eau, de la teneur en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère et de l'épuisement de l'oxygène.
2. L'embryon peut être endommagé ou tué en servant de nourriture aux adultes et aux larves ou du fait de l'oviposition.
3. Les ravageurs peuvent entraîner l'introduction de champignons qui consommeraient les semences, affaibliraient ou attaqueraient les plantules.
4. Les ravageurs peuvent tisser des toiles ou construire des cocons qui interféreraient avec le flux des semences, ce qui nécessiterait alors un bon nettoyage. Ils peuvent aussi provoquer la perte des semences.
5. Les méthodes de lutte contre les ravageurs pourraient provoquer la mort d'un certain nombre de semences.

Il convient d'avoir de bons dispositifs d'entreposage permettant d'éviter et de lutter contre les infestations par les ravageurs. L'entreposage sous réfrigération et conditions étanches à l'air peut aider à prévenir ces infestations.

Les méthodes chimiques de protection et de lutte font appel aux fumigants comme le bromure de méthyle, l'acide cyanohydrrique, la phosphine, le dichlorure d'éthylène, le tétrachlorure de carbone, le disulfure de carbone

et la naphthalène. La phosphine est très populaire, les doses utilisées varient de 3 à 6 g/m<sup>3</sup> (équivalents à 1 ou 2 pastilles/m<sup>3</sup>) pour un temps d'exposition de 5 jours. Un maximum de deux à trois fumigations seront effectuées à des intervalles de 60 jours. Suite à la fumigation, on doit très bien aérer l'entrepôt. On peut aussi utiliser les insecticides de contact comme le DDT (1g DDT à 10% en poudre par kg de semences), le lindane, le malathion, ou autres.

## **Les gaz durant l'entreposage**

La teneur en eau des semences ainsi que les différents gaz peuvent agir individuellement ou en combinaison sur les semences durant l'entreposage, provoquant ainsi la perte de leur viabilité.

Une atmosphère dont la concentration en oxygène est plus élevée que celle de l'air accélère la détérioration des semences tandis qu'une atmosphère riche en dioxyde de carbone agit en améliorant la sauvegarde des semences (teneur en eau des semences inférieure à 6%). Une atmosphère riche en azote retarde le processus de détérioration. Cependant, dès qu'elle est déclanchée, cette détérioration se poursuit au même rythme que dans l'air.

Actuellement, les différents gaz ne sont pas utilisés commercialement durant l'entreposage, il font cependant l'objet d'une recherche de plus en plus intéressée.

## **Autres considérations**

Puisque la teneur en eau des semences et la température d'entreposage sont les deux facteurs les plus importants qui influencent la viabilité des semences durant l'entreposage, il est indispensable de limiter la variation de leurs valeurs dans l'entrepôt. Lors de la construction d'une meilleure structure il est nécessaire d'équiper cette installation contre les variations d'humidité et de température.

Même dans les meilleures installations d'entreposage, une détérioration des semences se produit toujours si la gestion de l'entrepôt n'est pas adéquate. Par conséquent, il est important de connaître le comportement dans l'entrepôt des semences des différentes espèces et des diverses variétés issues d'une même espèce afin de pouvoir planifier le stockage.

Les semences des espèces qui supportent mal l'entreposage comme l'oignon et le soja devraient être vendues durant la saison pour éviter qu'elles ne soient gardées jusqu'aux prochains semis. En plus, il faudrait assurer une bonne ventilation autour des sacs de semences. Les sacs devraient être entassés sur des palettes placées au moins à une distance de 10 cm les unes des autres et à 20 à 30 cm des murs de l'entrepôt afin de faciliter le mouvement de l'air. Le pourcentage de germination des semences entreposées devrait être vérifié régulièrement. D'autre part, il faut éviter de garder à

**proximité des semences les produits tels que les engrais, les aliments de bétail, les carburants, etc... Les entrepôts devraient être maintenus dans un état parfait de propreté, en bon état de fonctionnement et absolument exempts de ravageurs grâce aux mesures telles que la fumigation, le traitement des semences, la pulvérisation des lieux, l'utilisation d'appâts empoisonnés et d'autres méthodes appropriées.**

## La commercialisation des semences

---

**A.J.G. van Gastel**  
*Coopération Internationale,*  
*ICARDA, BP. 5466*  
*Alep, Syrie*

### Introduction

La commercialisation des semences a deux objectifs importants: estimer d'une part la demande des semences et des autres intrants relatifs et assurer d'autre part qu'une quantité suffisante de semences de bonne qualité soit délivrée aux agriculteurs au moment opportun et à un prix raisonnable. Les autres intrants agricoles essentiels tels que les engrais, les fongicides, les insecticides, les herbicides ainsi que d'autres outils agricoles doivent également être disponibles.

Dans les pays où le secteur privé est assez solide, les semences sont habituellement distribuées aux agriculteurs par l'intermédiaire de réseaux privés assez efficaces. Dans d'autres pays, les semences sont distribuées par l'intermédiaire d'un système général d'approvisionnement agricole, organisé par le secteur public. De tels systèmes sont généralement moins efficaces.

### La demande des semences

Il est plutôt simple d'estimer la demande potentielle des semences sur la base des mesures des surfaces cultivées, des taux d'ensemencement et des taux de renouvellement des semences. Toutefois, il est plus difficile d'établir la demande réelle des semences de haute qualité puisqu'elle dépend de plusieurs facteurs incontrôlables.

L'augmentation de la demande réelle dépend principalement du taux d'introduction et du taux de remplacement ou renouvellement des semences. Ces deux derniers taux dépendent à leur tour de plusieurs facteurs techniques, sociologiques, économiques et institutionnels.

### **Le taux d'introduction**

C'est le taux auquel une nouvelle variété est introduite ou adoptée par l'agriculteur. Il dépend de plusieurs facteurs dont le premier est la supériorité agronomique de la variété, y compris les utilisations primaires et secondaires de la culture et la qualité à la consommation. La relation entre coûts et bénéfices influence également ce taux. En effet, l'augmentation du rendement doit compenser l'augmentation du coût des semences et des autres intrants et prévoir un profit financier qui solliciterait l'agriculteur à utiliser les semences de qualité supérieure. Néanmoins, il conviendrait de subventionner les prix au départ. Le type de culture influence également le taux d'adoption des semences. Les agriculteurs sont souvent plus disposés à introduire une nouvelle culture si elle est cultivable en tant que culture secondaire. Les autres facteurs comprennent, la disponibilité des intrants et des marchés permettant d'absorber les excédents de production, les efforts de vulgarisation et de promotion et la disponibilité des crédits.

### **Le taux de renouvellement**

C'est le taux auquel les agriculteurs remplacent leurs semences au lieu d'utiliser les graines qu'ils ont eux mêmes récoltées pour servir de semences. Habituellement, l'agriculteur peut épargner quelques semences de sa culture commerciale.

La pureté génétique d'une nouvelle variété restera assez élevée pour plusieurs générations, en particulier dans le cas des plantes autopolinisées. Les taux de renouvellement acceptables sont : quatre à cinq années pour les plantes autopolinisées, trois années pour les plantes à pollinisation croisée et une année pour les hybrides.

### **La vulgarisation et la promotion**

La mise au point de programmes de vulgarisation destinés à fournir aux agriculteurs les conseils quant à la disponibilité et à l'utilisation des semences de qualité de variétés améliorées constitue une étape très importante du processus de commercialisation. Il est également nécessaire de convaincre les agriculteurs d'utiliser ces semences et de les former aux méthodes de production recommandées. Dans plusieurs pays, le gouvernement prend en charge cette activité, néanmoins, les sociétés privées établissent souvent leurs propres programmes de vulgarisation.

Plusieurs services de vulgarisation ne sont pas convenables parcequ'ils s'occupent de questions administratives et de contrôle au lieu de faire parvenir aux agriculteurs les technologies améliorées. En plus, les liens qu'ils entretiennent avec la recherche ne sont pas suffisants. Par ailleurs, se faire une

carrière dans les services de vulgarisation ne semble pas attirer trop d'intérêt. En outre, les agents chargés de la vulgarisation souffrent souvent d'un manque d'informations utiles à propos des différentes cultures plantées dans diverses conditions.

### **Les crédits**

Le crédit agricole est devenu un instrument important permettant aux agriculteurs d'utiliser les semences de qualité et les intrants relatifs. Dans certains cas, les crédits ne sont accordés que lorsque les semences certifiées sont utilisées.

La planification du marché des semences doit faire face à de nombreux facteurs incontrôlables. La production de semences nécessitant plusieurs années, il faudrait estimer la demande avant la période des ventes.

### **L'offre des semences**

Il faut produire les semences là où il semble facile et efficace de le faire, sans toutefois s'éloigner des marchés potentiels de consommation. Les conditions ambiantes devraient être optimales afin d'éviter toute modification génétique et tout risque de perte des récoltes. Les semences devraient être distribuées dépend largement du choix de détaillants suffisamment motivés et capables d'offrir des services de vulgarisation.

### **Les canaux de commercialisation**

La semence passe du producteur au consommateur par l'intermédiaire du grossiste et du détaillant, chaque culture suit un modèle particulier. Le détaillant joue un rôle primordial. En effet, le succès d'un réseau de distribution dépend largement du choix de détaillants suffisamment motivés et capables d'offrir des services de vulgarisation..

Il faudrait avoir plusieurs points de ventes distribués dans les différentes zones de culture. Les meilleurs distributeurs sont ceux qui ont déjà contacté les agriculteurs et établi une confiance réciproque.

### **Le transport des semences**

Dans un système de commercialisation à grande portée, le transport est nécessaire pour la distribution des semences aux cultivateurs, pour leur collecte et pour leur distribution aux grossistes, aux détaillants et aux agriculteurs. Il faut donc choisir le mode de transport le plus approprié, en tenant compte des

infrastructures de la région et du volume à transporter. La distribution est d'autant plus facile que l'infrastructure des transports du pays est bonne.

### **L'entreposage**

Un entreposage convenable est d'une importance critique à l'offre de semences de bonne qualité. Il est habituellement assuré dans les stations de conditionnement et dans les points de distribution de gros, mais plus rarement dans les points de distribution de détail. Un bon entreposage est particulièrement important dans les pays et les régions où la température et l'humidité sont assez élevées. Les semences dont la teneur en eau est basse gardent intacte leur capacité de germination lorsqu'elles sont emballées dans des sacs étanches à la vapeur d'eau. Les semences très sèches peuvent supporter des températures plus élevées mais sont plus sensibles aux dommages mécaniques.

### **L'emballage**

L'emballage des semences nécessite une attention particulière non seulement pour s'assurer que la qualité des semences ne change pas, mais également pour les présenter sous une forme susceptible d'attirer l'attention de l'agriculteur. Les semences devraient être emballées de façon à avoir un poids qui permet aux détaillants et aux agriculteurs de les manipuler facilement ou bien en quantités s'adaptant aux différentes dimensions des exploitations (un, cinq ou dix kilos pour les petits agriculteurs). Les sacs, les boîtes et les paquets devraient être cachetés et étiquetés alors que les sacs ouverts ou vides en partie ne devraient jamais être vendus.

### **Prix des semences**

Le prix des semences devrait compenser le prix des graines, les coûts de production, de conditionnement et de distribution des semences et prévoir un bénéfice raisonnable. Les prix des semences peuvent atteindre jusqu'à 150 à 300% du prix des graines et dépasser ces valeurs lorsque les conditions sont peu favorables ou qu'il s'agisse de variétés hybrides, sans toutefois aller au delà du pouvoir d'achat des agriculteurs. Les subventions aux agriculteurs pourraient s'avérer opportunes au début de la campagne pour les encourager à acheter les semences certifiées et les autres intrants nécessaires à l'exploitation. Au bout de cinq ans ces subventions ne seraient plus nécessaires.

## **Bibliographie**

- Gregg, B.R.1983. Seed marketing in the tropics. Seed Science and Technology 11:129-148.**
- Maalouf, W.D., Singh, A. and Suny, T.Y.1975. Extension programme for the promotion of quality seed. Pages 213-229 in Cereal Seed Technology (Feistritzer, W.P., ed.). FAO, Rome, Italy.**
- Muhammed, A. 1984. Approaches to the transfer of crop production technology in developing countries. FAO, Rome, Italy**
- Wagner, K.P., Creupelandt, H.F. and Verburgt, W.H. 1975. Seed marketing. Pages 108-128 in Cereal Seed Technology (Feistritzer, W.P.,ed.). FAO, Rome, Italy.**

## Techniques de production de semences de plantes céréalières

---

**H.Ketata**

*Programme d'Amélioration des Céréales,  
ICARDA, BP. 5466, Alep, Syrie*

Le blé tendre (*Triticum aestivum* L.), le blé dur (*Triticum turgidum* L. var *durum*) et l'orge (*Hordeum vulgare* L.) sont les principales plantes céréalières cultivées en Afrique du Nord et en Asie de l'Ouest. Ce sont essentiellement des plantes autopollinisées dont le taux de pollinisation externe varie de moins de 1 % jusqu'à 4 à 5 % . La disponibilité des semences de qualité supérieure issues de cultivars à rendements élevés constitue un facteur important déterminant une bonne production céréalière stable.

### Phase initiale de la production de semences

Le développement d'un cultivar (ou d'une variété) donné est basé sur l'introduction ou plus fréquemment sur l'hybridation, suivie d'un certain plan de sélection (généalogique, massale, individuelle etc...)

En général, le matériel est trié durant les premières générations ( $F_2$  à  $F_4$ ) pour mettre en évidence les différences de traits faciles à discerner et qui se rapportent principalement aux maladies, aux réactions aux insectes, à la précocité et à la morphologie (par exemple, la hauteur de la plante, la longueur de l'épi, la couleur et la dimension de la graine). Les semences sont multipliées par plante (ou pied) ou par croisement en fonction de la méthode de sélection choisie. Le matériel qui promet est soumis à une évaluation plus poussée par examen du rendement au niveau de la génération  $F_4$  ou plus fréquemment au niveau de la génération  $F_5$ .

Ce type de test est répété pour 2 à 4 générations (ceci dépend du programme). Simultanément, le matériel est évalué quant à ses différents attributs de qualité en le soumettant à des conditions contraignantes (maladies, insectes, sécheresse, chaleur, salinité, etc...). Il est également nécessaire d'analyser la qualité des graines ou de la paille pour pouvoir déterminer la valeur économique du matériel.

Avant qu'une lignée d'avant-garde ne soit proposée à l'enregistrement, elle est testée sur de larges parcelles doubles situées dans les champs des agriculteurs ou dans les exploitations du gouvernement. Certains améliorateurs cultivent deux ou trois de leurs lignées les plus prometteuses et les plus avant-gardistes sur des bandes ou des champs de démonstration unique dont la surface varie entre une fraction de l'hectare et quelques hectares.

Alors qu'il n'existe aucune réglementation stricte se rapportant à la multiplication des semences durant le processus d'examen des rendements et durant les premières générations de cet examen (une à trois générations), les semences multipliées correspondent à la récolte combinée (en masse) de toutes les parcelles. L'améliorateur examine plusieurs fois durant la même saison, les essais qu'il a entrepris. Il élimine alors les hors types tout en prenant soin de ne pas endommager sérieusement les parcelles. Les améliorateurs plus fortunés disposent de terrains et de main d'oeuvre suffisants pour cultiver leur matériel sur des parcelles en simple exemplaire ainsi que pour les essais de rendement. Ils utilisent également ces parcelles supplémentaires pour multiplier les semences. Ces parcelles sont examinées plusieurs fois durant la saison (une ou deux fois avant la floraison et deux ou trois fois entre la floraison et la récolte). L'améliorateur élimine les plantes non-souhaitées (les hors types). Il peut soit récolter le reste de la parcelle en masse, soit entreprendre la sélection de plantes individuelles (20 à 50 plantes par partie). Lorsque ces plantes simples ont été ramassées, l'améliorateur entreprend une sélection inter-lignes de la progéniture de la saison suivante, ce qui implique l'élimination des rangées qui ne sont pas typiques. Il récolte alors en masse les rangées qui restent. La méthode des épis-lignes demande plus de temps et d'efforts mais aboutit à des descendances généralement plus homogènes. Ce processus est habituellement entamé dans les générations examinées ultérieurement (F<sub>7</sub> et générations ultérieures).

## **Phase intermédiaire de la production de semences**

Pour qu'un améliorateur puisse proposer à l'enregistrement une lignée qu'il a déjà mis à l'épreuve, il faudrait qu'il ait déjà obtenu des semences pures capables de produire une progéniture identique au type désiré (dans ce cas, une progéniture identique au matériel parental). D'habitude, ces semences proviennent de la récolte des épis-lignes. Elles sont connues sous le nom de semences épurées de l'améliorateur ou semences pré-base 1. En général, ceci équivaut à une masse variant entre quelques centaines de grammes et quelques kilogrammes. Entre-temps, il faudrait que cette lignée soit soumise à l'enregistrement. Un comité habituellement composé de chercheurs, de représentants du Ministère de l'Agriculture, de producteurs de semences et de représentants des agriculteurs, accepte ou rejette la lignée après avoir évalué sa performance globale par rapport aux autres lignées ou variétés pour ce qui est du rendement, des facteurs socio-économiques et d'autres traits. Une fois

que l'enregistrement soit approuvé, l'améliorateur procède à la multiplication des semences épurées ou semences pré-base 1, soit dans son institut de recherches ou en coopération avec le personnel qualifié d'un autre institut public en vue d'obtenir les semences pré-base 2. Selon le programme, cette dernière peut être produite en une seule, en deux ou en plusieurs générations consécutives. Les semences pré-base sont produites sous la supervision totale de l'améliorateur. En général, les instituts spécialisés de production de semences effectuent une multiplication supplémentaire qui aboutit aux semences de base, toutefois, l'améliorateur est toujours fortement impliqué dans le contrôle de la pureté de la variété.

### **Phase finale de la production de semences**

Tandis que l'améliorateur est impliqué dans la production de semences pré-base et de semences de base, les organisations spécialisées, publiques ou privées ainsi qu'un personnel qualifié représentant le Ministère et/ou les instituts de recherches, sont impliquées dans la production de semences dites certifiées à partir des semences de base. Ils coopèrent tous à inspecter le matériel sur champ pour vérifier sa pureté variétale et l'absence de maladies portées par les semences et des herbes nuisibles. De même, il faudrait tester les semences certifiées au laboratoire pour leur teneur en eau, leur pureté physique, leur faculté germinative, leur état phytosanitaire et quelquefois le poids de 1000 semences. Bien que l'on procède à vérifier les mêmes caractéristiques pour les semences pré-base et les semences de base, les normes définies pour les semences certifiées sont moins strictes et moins rigoureuses que celles concernant les générations issues de semences certifiées et désignées comme semences certifiées 2 (de deuxième génération), semences certifiées 3 (de troisième génération) et ainsi de suite. Ce type de semences est généralement obtenu durant les premières phases de production de semences de variétés nouvellement lancées.

### **Autres considérations**

Au niveau de l'amélioration, les semences sont produites dans des conditions très strictes assurant une bonne pureté génétique, une bonne qualité physique et un bon état phytosanitaire. On entend par pureté génétique l'absence de semences de variétés étrangères. Parmi les caractères intervenant dans la qualité physique, nous citons l'absence d'autres espèces de plantes cultivées et de semences de mauvaises herbes.

L'améliorateur accorde une importance particulière aux points suivants: le choix du terrain où la production aura lieu tout en tenant compte des récoltes précédentes, l'isolement à l'aide de bordures et d'allées pour éviter les mélanges et enfin le nettoyage des outils utilisés lors de la récolte et du

battage. En général, les bonnes pratiques culturales assurent la provision de semences de qualité, bien remplies et ayant une bonne viabilité. L'état sanitaire des semences en cours de multiplication est maintenu grâce à la sélection de locaux appropriés, aux traitements aux produits phytosanitaires et à l'élimination des plantes malades.

En général, il faut attendre quatre générations pour pouvoir passer de la phase enregistrement à la phase distribution de semences certifiées aux agriculteurs (voir tableau 1 pour la nomenclature des étapes de multiplication des semences). Par exemple : 1980, pré-base 1; 1981, pré-base 2; 1982, base; 1983, certifiées et 1984, culture produite par les agriculteurs et destinée au marché.

Tableau 1. Nomenclature comparée utilisée pour désigner les différentes étapes de multiplication des semences.

OECD <sup>1</sup>	AOCSA <sup>2</sup>
pré-base	de l'améliorateur
de base	de fondation
certifiées de 1 <sup>ère</sup> génération	enregistrées
certifiées de 2 <sup>ème</sup> génération	certifiées

<sup>1</sup> Organisation de Coopération Économique et Développement.

<sup>2</sup> Association des Agences Officielles de Certification des Semences.

Certains programmes manipulent une seule semence pré-base tandis que d'autres manipulent trois ou plus. D'autres encore possèdent des semences certifiées 1, des semences certifiées 2 et ainsi de suite. Certains améliorateurs multiplient en masse le matériel qui a déjà subi un test de rendement. Ils peuvent démarrer simultanément un processus de multiplication par épis-lignes en cultivant un nombre limité d'épis-lignes durant la première année. Cependant, ils ne restent pas dans l'attente de ces lignes pour commencer à multiplier la variété. Le tableau 2 permet de comparer deux procédés: la multiplication massale et celle par épis-lignes pour l'obtention de semences certifiées.

Chaque année, le reproducteur tout seul ou en coopération avec l'agence de production de semences doit sélectionner les plantes de façon à obtenir des semences de toutes les générations.

Durant toutes les phases de production de semences de céréales, il faudrait prendre soin d'éviter le gaspillage et faire en sorte d'augmenter le rendement économique car la production de semences de qualité est une entreprise onéreuse. Il faudrait alléger les problèmes qui peuvent surgir à

cause de circonstances défavorables (par exemple, les sécheresses sévères, le gel, la chaleur et la grêle) par le biais d'une planification et d'une gestion rigoureuses des récoltes précédentes.

Tableau 2. Comparaison des procédés de multiplication en masse et par épis-lignes.\*

	Démarrage	
	En masse	Par épis-lignes
1980 de l'améliorateur	20 kg	1000 kg
1981 pré-base	400 kg	75 kg
1982 de base	8000 kg	1500 kg
1983 certifiées 1	200 tonnes	37,5 tonnes
1984 certifiées 2	5000 tonnes	937,5 tonnes

\* On suppose qu'il existe un facteur de multiplication plus élevé pour les générations tardives (25) que pour les générations précoces (20) du fait des différences des taux d'ensemencement et des modèles de culture.

## Les pratiques culturales en cours pour la production de semences de céréales

---

**W.L. Nelson**

*Programme d'Amélioration des Céréales,  
ICARDA, BP. 5466, Alep, Syrie*

Dans un programme d'amélioration de semences, une nouvelle sélection qui s'est prouvée supérieure après trois ans d'essais dans les différentes zones pour ce qui est des maladies, du rendement et de l'adaptabilité à une ou plusieurs régions, devrait être développée en vue de la lancer. Entre-temps, le génotype serait maintenu aussi stable que possible, du point de vue génétique. Les plantes devraient être sélectionnées durant la troisième année d'essais à partir des blocs de multiplication de cette année là. Il faudrait sélectionner 1000 plantes au moins et les multiplier par lignes (ou rangées) en vue de produire les semences de l'améliorateur. Grâce aux données collectées pendant 3 années, on peut procéder à la multiplication par lignes. Une fois les semences produites, on aura à disposition au moins quatre années de données sur le rendement, cinq ou six années d'information sur les maladies et deux années ou plus de données sur l'évaluation de la qualité. Il faudrait alors prendre une décision quant au lancement de la variété et la multiplication finale des semences. Au cas où une variété est désignée au lancement, il faudrait procéder rapidement à la multiplication finale des semences afin de mettre la variété à la disposition des agriculteurs dans les plus brefs délais. On ne peut commencer à produire une variété améliorée que suite à un programme agressif d'évaluation des sélections prospectives et un programme vigoureux de multiplication des semences.

Une semence pure de qualité supérieure n'est autre que le résultat de techniques appropriées appliquées durant toutes les phases de production. Le procédé cultural de production déterminera la pureté et la qualité des semences remises aux stations de conditionnement. Ces dernières améliorent la qualité des semences reçues en les débarrassant des matières étrangères et en les classant en fonction de leur dimension. Toutefois, il est difficile d'éliminer complètement les mélanges de variétés ainsi que les semences de mauvaises herbes.

## **Le choix du terrain destiné à la multiplication des semences**

Il faudrait produire les semences sur des terrains choisis avec grand soin et qui seraient donc exempts d'herbes et de plantes accidentelles de céréales appartenant à la même classe. Il est d'autant plus important de bien choisir le terrain que la génération est précoce. Bien que les semences de l'améliorateur ne nécessitent qu'une surface limitée, il faudrait que le terrain choisi soit hautement productif et localisé dans une zone ayant une bonne pluviométrie.

S'il est possible d'irriguer le terrain, la première génération de semences serait protégée contre la sécheresse, ce qui permet de la multiplier au maximum possible. Il faudrait éviter les zones exposées aux aléas climatiques comme le gel, la grêle, la sécheresse ou les crues, en particulier durant les phases initiales de multiplication.

Il est important de connaître l'histoire des cultures précédentes pour pouvoir choisir le terrain convenable. Le blé devrait être planté après une année de jachère ou bien à la suite d'une culture de légumineuses sèches, de végétaux ou d'autres plantes industrielles. L'idéal serait un terrain irrigué où la luzerne fut cultivée pendant 3 années ou plus. Quant à la production de semences de blé, il ne faudrait pas qu'elle suive à une fourragère telle que la vesce ou l'avoine ou à une autre plante céréalière.

Au fur et à mesure que la surface requise pour la production de semences augmente avec chaque génération, il devient de plus en plus difficile de respecter les normes qui déterminent le choix du terrain. Si le terrain est conforme aux normes se rapportant à la rotation et exempt de toute plante accidentelle, il faudrait qu'il réponde au nouveau critère qui n'est autre que la présence de mauvaises herbes. Pour ce, il faudrait éviter les champs pleins d'herbes vivaces nuisibles, en particulier s'il est difficile d'éliminer les semences durant le conditionnement. Les grandes infestations par l'avoine sauvage et les herbes graminées rendent difficile l'élimination des variétés courtes et réduisent le rendement. Il ne faudrait pas avoir recours aux champs précédemment infestés par l'avoine sauvage pour multiplier les semences de base et les semences enregistrées de céréales. Pour les générations ultérieures, il faudrait choisir les champs de façon à éviter autant que possible les problèmes de mauvaises herbes. Les herbicides doivent être disponibles pour lutter contre l'avoine sauvage, les autres herbes graminées et les herbes à feuilles larges qui poussent surtout lorsque les céréales sont cultivées.

Les stations d'expérimentations devraient servir à la production de semences dans le cas unique où les conditions climatiques et de terrain sont conformes aux normes de production. Dans ce cas, il faudrait avoir recours à la rotation des cultures et gérer le terrain en vue de produire les semences, ce qui requiert une planification appropriée. La multiplication des semences de base et des semences de l'améliorateur doit être contrôlée et supervisée à l'intérieur ou hors de la station d'expérimentation par le personnel chargé de l'amélioration et de la production de semences. Durant les premières générations les céréales sont trop souvent multipliées sur des terrains peu

conformes aux normes qui permettent de multiplier au maximum les semences de base et les semences de l'améliorateur.

## **Gestion spéciale pour la multiplication des semences**

Les pratiques de préparation du lit de semences, de mise d'engrais et de lutte contre les mauvaises herbes nécessaires pour la production de semences sont identiques à celles utilisées en vue d'obtenir une récolte maximale de céréales. Ces pratiques permettent d'obtenir un lit de semences exempt de mauvaises d'herbes et de graines ayant déjà germé. Les semailles, la mise d'engrais, l'application d'herbicides, l'élimination des plantes non-souhaitées et la récolte devraient être entreprises au bon moment, en utilisant les équipements appropriés.

Le taux d'ensemencement et l'espacement des rangées sont des pratiques de gestion très importantes pour la multiplication des semences. La multiplication rapide des premières générations peut réduire le temps nécessaire à la production du volume de semences requis pour toute production commerciale. En ce qui concerne la production de semences de l'améliorateur, de semences de base ou de semences certifiées, il est plus important d'obtenir un maximum de multiplication à partir d'un approvisionnement limité de semences qu'un rendement maximum par hectare. Il faudrait planter les semences à un taux et de façon à permettre une multiplication maximale par unité de semences disponible. Que ce soit en terrains secs ou en terrains irrigués, la réduction du taux d'ensemencement constitue la voie la plus pratique pour augmenter la multiplication des premières générations.

Une expérience visant à étudier le taux d'ensemencement et l'espacement des rangées fut menée dans la région de El Khroub (Algérie) durant l'année 1976. Cette expérience a examiné les effets de la réduction du taux d'ensemencement et de l'augmentation de l'espace entre les rangées lors de la multiplication des semences de premières générations. L'expérience s'est déroulée à des taux d'ensemencement de 40, 80, et 120 kg/ha, les rangées étant espacées de 17,5cm et à des taux de 33, 50 et 100 kg/ha, les rangées étant respectivement espacées de 51,5, 35 et 17,5cm. Dans la première expérience, l'espacement entre les lignes était maintenu tandis que la densité des semences par rangée variait. Dans l'autre, la distance entre les lignes variait mais la densité par rangée était maintenue. La pluviosité était adéquate pour une production maximale. Les engrais azotés ont été utilisés à un taux de 100 kg/ha en 2 applications égales lors de l'ensemencement et du tallage. Du phosphate était appliqué avec les graines à un taux de 45 kg/ha lors de l'ensemencement.

Les résultats sont présentés dans le tableau 1. Le rendement a baissé de 10 % à peu près (5152 à 4683 kg/ha) lorsque le taux d'ensemencement a été réduit de 100 à 40 kg/ha en maintenant la même distance de 17,5 entre les

rangées. Etant donné que les semailles ont eu lieu le 5 Janvier 1976 avec un mois de retard, le tallage était réduit et le rendement a diminué plus que prévu, fait qui n'aurait pas eu lieu au cas où la date du semis aurait été fixée plus tôt.

Tableau 1. L'effet du taux d'ensemencement et de l'espacement des rangées sur le blé Anza, à la station de El khroub, Algérie, 1975 - 76 \*

	Taux d'en- semencement (kg/ha)	Espacement entre les rangées (en cm)		Plantés/ m <sup>2</sup>	épis/ m <sup>2</sup>	Tallées/ plantes	Rendement (kg/ha)	Rendement (kg/100 kg) semences
	120	17,5		258	624	2,4	5543	4619
	80	17,5		172	562	3,3	5393	6737
	40	17,5		86	453	5,3	4683	11708
CV%				2,6		6		35
05				8,26		30,8		430
	100	17,5		236	590	2,5	5152	5152
	50	35,0		115	391	3,4	4267	8534
	33	52,5		80	325	4,1	3562	10594
CV%				7,8		9,3		85
05								
LSD				30,8		72		641

\* Nelson 1976.

Un plus grand espacement des rangées à densité constante a influencé davantage le rendement. Néanmoins, l'augmentation du nombre de semences/kg de graines semées était d'autant plus grand que le taux d'ensemencement était réduit, quelque soit l'espacement entre les rangées. La réduction du taux d'ensemencement semble être la meilleure voie favorisant la multiplication d'une quantité donnée de semences.

Le tableau 2 montre les effets de cinq densités de semences sur cinq variétés lors d'une expérience qui a eu lieu à Tel Hadya en 1980/1981. Le taux réel d'ensemencement en kg/ha varie pour chaque variété et à chaque densité tandis que le même nombre de semences viables est planté à toutes les densités, tous les autres facteurs qui interviennent dans la production sont maintenus constants pour toutes les variétés. Les taux d'ensemencement sont calculés à partir des effectifs réels par m<sup>2</sup> et du poids de semences par 1000 amandes en supposant que le taux de germination est de 80 %.

Les données du tableau 2 montrent que les taux inférieurs à 20 kg/ha sont plus efficaces que les données présentées dans le tableau 1 au cas où une multiplication maximale des semences est souhaitée. Une recherche supplémentaire quant à l'espacement entre les rangées en combinaison avec

des taux d'ensemencement assez bas, doit être entreprise afin de trouver la combinaison optimale pour la production de semences de base.

La capacité du blé à produire des hauts rendements à des taux d'ensemencement assez bas permet, dans le cas précis du blé et ses petites graines, de multiplier rapidement ces semences. Ceci a été démontré lorsque la variété Gaines a été lancée aux Etats Unis en 1960. Pendant deux années consécutives, 1,36 tonnes de semences ont été multipliées jusqu'à 15.000 tonnes dans l'intervalle de deux récoltes, ce qui équivaut à un taux de multiplication de 11.000 : 1 pour deux cycles.

Tableau 2. Effet de la densité des plantes sur le rendement de cinq variétés à cinq taux différents d'ensemencement; Tel Hadya, 1980/81.\*

Variété	Taux d'ensemencement (kg/ha)	Taux de Rendement (kg/ha)	Rendement/kg des semences
	16	3034	190
	26	4030	155
Vcery*s*	65	6863	75
	126	4154	33
	191	4032	21
	17	3093	182
	29	3957	136
Alondra*s*	73	3664	50
	144	3979	28
	214	3259	15
	18	4067	226
	31	3957	128
Condor*s*	66	4579	69
	177	4175	36
	205	4211	21
	19	3934	207
	29	4054	140
Buck buck*s*	64	4076	64
	119	3919	33
	185	3299	18
	13	3238	249
	24	4731	197
Jup *cross*	46	4105	89
	84	4482	53
	135	3939	28
	17	3437	204
	28	4146	148
Moyenne des 5 variétés	63	4258	68
	118	4142	35
	186	3728	20

\* W. Anderson, ICARDA, données non publiées.

Les recommandations suivantes facilitent la multiplication rapide des semences:

1. Augmenter le nombre de rangées de plantes et l'espacement entre les rangées pour doubler la quantité de semences de l'améliorateur.
2. Multiplier les semences de l'améliorateur à un taux d'ensemencement de 20 kg/ha dans les meilleures conditions possibles de production.
3. Multiplier les semences de base à un taux de 40 kg/ha dans les meilleures conditions possibles de gestion et de production.
4. Emménager des rangées vides pour faciliter l'élimination des plantes non-souhaitées, l'application d'herbicides et la mise d'engrais. Si le modèle de rangées vides correspond à la marche du tracteur et s'il est assez large pour ses roues, les dégâts à la culture de céréales causés par les manoeuvres du tracteur seraient assez minimes.

Le tableau 3 compare la multiplication des semences à un taux de 100 kg/ha à des taux inférieurs, suggérés dans les tableaux 1 et 2. En multipliant les semences de l'améliorateur à 100 % et en abaissant par la suite les taux d'ensemencement, on arrive à produire environ seize fois autant de semences (estimations assez modestes) que lorsqu'on produit à des taux d'ensemencement plus bas. Les rendements exacts pourraient varier mais le taux de multiplication serait approximativement égal aux valeurs présentées dans le tableau 3, sur la base des données des tableaux 1 et 2 et les registres réels de multiplication des semences de nouvelles variétés.

La pureté des semences diminue à chaque génération de multiplication des semences à cause des mélanges mécaniques et volontaires. Si on réduit le nombre de générations nécessaires à la multiplication des semences pour des fins commerciales, la pureté des semences destinées à la production commerciale serait d'autant plus grande.

La multiplication des semences issues d'une variété améliorée est sans doute la partie la plus importante du programme de développement d'une variété. Elle ne peut être réussie que lorsque des terrains appropriés à la production de semences sont utilisés. La perte de la source de semences de premières générations à cause de la sélection d'un terrain mal approprié retardera la multiplication d'une ou de deux années. Les locaux destinés aux semences de premières générations doivent donc être sélectionnés de façon à contrôler tous les risques possibles. Il faudrait employer tous les moyens possibles pour obtenir un maximum de multiplication des semences pendant les deux ou trois premières générations. Un mauvais choix et une mauvaise préparation du terrain, de mauvaises semilles, une mise d'engrais et des traitements mal appropriés aux produits phytosanitaires réduisent le taux de multiplication des semences, retardent le profit que le pays pourrait tirer de la nouvelle variété améliorée et risquent de conduire à la perte totale d'une source valable de semences.

**Tableau 3. Multiplication estimée des semences en comparant les taux d'ensemencement normaux à des taux réduits tout en maintenant le même potentiel de production.**

Génération	Quantité de semences (quintal)	Taux d'ensemencement	Surface (ha)	% d'augmentation de la surface	Rendement estimé (quintal/ha)	Production totale (qtls)
Semences de l'améliorateur						1
Semences de base	1	100	1	0	40	40
Semences enregistrées	40	100	40	0	35	1400
Semences de l'améliorateur						2
Semences de base	2	20	10	1000	30	300
Semences enregistrées	300	40	750	1875	30	22500

Un programme de multiplication qui permet de développer rapidement de nouvelles variétés améliorées et de maintenir des stocks de réserve de variétés recommandées aidera à stabiliser et à améliorer la production. Il est particulièrement important d'avoir des stocks de réserve de variétés précoces, utiles lorsque les conditions climatiques imposent de retarder les dates de semis ainsi que des stocks de bonnes semences issues d'anciennes variétés recommandées.

## Bibliographie

Nelson, W.L. 1976. IDGC Annual Report 1975-76. Algeria.

## Principes et techniques de production de semences de pois chiche

---

**K.B. Singh**

*Améliorateur Principal de Pois Chiche,  
(ICRISAT)*

*Programme d'Amélioration  
de Légumineuses Alimentaires,  
ICARDA, BP. 5466, Alep, Syrie*

Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est une espèce annuelle autopolinisée dont le taux de pollinisation croisée naturelle est compris entre 0 et 2 % (Gowda 1981). Le pois chiche est largement cultivé à travers le subcontinent Indien, la région Méditerranéenne, l'Afrique de l'Est et le Mexique. Des efforts perpétuels visent à vulgariser cette culture en Amérique du Nord, en Australie et dans certaines régions de l'Europe de l'Est et de l'Amérique du Sud.

Durant ces dernières années, les efforts portant sur la recherche pour l'amélioration et le développement de cultivars améliorés ont sensiblement augmenté. Plusieurs pays qui n'ont pas encore produit des cultivars améliorés, sont maintenant arrivés à l'étape de lancement. L'impact de ces cultivars sur la production dépendra en grande partie de l'industrie de semences. Malheureusement, l'industrie de semences de pois chiche n'a été développée que dans quelques pays comme l'Inde, le Pakistan, l'Iran, l'Égypte et le Mexique. Par conséquent, cette étude vise à décrire les normes qui pourraient servir à l'implantation de telles industries dans les divers pays de la région.

### Le développement et le lancement des cultivars

Nous n'avons pas l'intention de discuter en détail comment les cultivars améliorés sont développés, néanmoins il conviendrait de mentionner le processus habituellement adopté pour les cultivars de pois chiche. En effet, ce processus commence par l'introduction du matériel fini ou ségrégé suivie d'une sélection de lignées pures et par l'hybridation suivie d'une sélection généalogique, massale ou de recroisement (backcross).

Dès qu'un certain nombre de lignées pures ont été développées, elles

sont soumises à une évaluation qui dure un certain nombre d'années, à même leurs zones d'adaptation. Lorsqu'une nouvelle lignée se révèle supérieure aux cultivars standards quant à son rendement en graines, sa qualité, sa résistance aux maladies ou d'autres traits importants, elle est lancée en vue d'être cultivée. Par la suite, l'agence de production de semences peut jouer un rôle très important en contribuant à la vulgarisation du cultivar, ce qui engendre une augmentation certaine de la production.

Comme il a été déjà mentionné, l'industrie de production de semences de pois chiche en Asie de l'Ouest et en Afrique du Nord est une industrie sous-développée. L'introduction par l'ICARDA des cultivars tels que l'ILC 482 et l'ILC 3279 caractérisés par leur haut rendement, leur résistance à l'anthracnose causée par l'ascochyte, leur tolérance au froid et le fait qu'ils sont largement adaptés aux semis d'hiver, constitue une excellente opportunité pour le développement de l'industrie de semences dans ces régions. Etant donné que ces cultivars peuvent produire au moins 50% en plus que le meilleur cultivar semé au printemps, ils peuvent jouer le rôle de catalyseur pour le développement de l'industrie de semences de pois chiche.

## **Identification des cultivars**

Deux types de pois chiche sont cultivés dans le monde, tous les deux généralement dressés et touffus: le dési (à semences petites, angulaires et colorées) et le kabuli (à semences larges, à forme d'éperon et de couleur beige), ces deux types sont illustrés dans les Figs. 1 et 2. Il est relativement facile de différencier entre les types dési et kabuli mais il est plus difficile de différencier entre les cultivars issus d'un même type. Pourtant, certains critères peuvent aider à identifier les cultivars. Il convient donc de conserver des registres détaillés décrivant les divers caractères d'un cultivar donné lorsque celui-ci est lancé. Quelques caractères importants sont mentionnés ci-dessous.

### **1. Les caractères morpho-agronomiques**

- Type de plante: dressée, semi-dressée, semi-épanouie et épanouie.
- Tige: couleur, épaisseur.
- Feuille: couleur, dimension (large, moyenne, petite).
- Branche: nombre de branches primaires, secondaires et tertiaires par plante.
- Hauteur de la plante: (en centimètres) hautes, moyennement hautes et conventionnelles.
- Fleur: nombre de jours jusqu'à 50% de la floraison, couleur et dimension de la fleur.
- Maturité: nombre de jours pour atteindre la maturité.
- Gousse: nombre par plante, nombre de graines par gousse et dimension de la gousse.
- Semences: poids de 100 graines, rugosité, forme et couleur.
- Gène marqueur: par exemple, la feuille simple.



Fig 1: Pois chiche : type Desi.



Fig. 2: Pois chiche : type Kabuli

## 2. Résistance/tolérance aux conditions contraignantes

- **Maladies:** Les cultivars sont classés selon une échelle de 1 à 9 pour leur résistance aux maladies principales comme l'anthracnose causée par l'ascochyte, le flétrissement du fusarium, le botrytis, la rouille, le virus d'enroulement des feuilles de pois (virus de rabougrissement) et les divers types de maladies de pourriture des racines.
- **Insectes nuisibles:** De même, les cultivars peuvent être classés selon une échelle de 1 à 9 pour ce qui est de leur résistance aux insectes nuisibles tels que les insectes perceurs des gousses et les mineuses des feuilles.
- **Herbes parasites/*Orobanche* spp.:** les cultivars peuvent être classés selon une échelle de 1 à 9 quant à leur résistance aux herbes parasites qui constituent un problème majeur dans la région Méditerranéenne au cas où la plante est semée en hiver.
- **Nématodes:** Les lignées sont évaluées selon une échelle de 1 à 9 pour ce qui est de leur résistance aux principaux nématodes tels que les galles, les cystes et les lésions.
- **Photosensibilité:** aigue ou réduite.
- **Thermosensibilité:** au froid et à la chaleur.
- **Sécheresse:** tolérantes ou sensibles.
- **Salinité:** tolérantes ou sensibles.
- **Tout autre caractère.**

## 3. Caractères de qualité

- **Teneur en protéines (%)**.
- **Autres caractères choisis en fonction de l'équipement à disposition :** par exemple, les acides aminés (méthionine, tryptophane et lysine), le temps de cuisson, aptitude à la préparation du "hommos-bi-tehineh", à la confiserie, au séchage et au grillage, à la farine et à d'autres usages.

## Les classes de semences pures

En général, on reconnaît trois classes de semences pures: les semences de l'améliorateur, les semences de fondation et les semences certifiées. Hayes et col. (1955) les ont décrites de la façon suivante:

1. **Les semences de l'améliorateur:** Ce sont des semences directement contrôlées par l'institut d'amélioration d'origine (ou bien par l'institut garant) qui sont également en charge de la multiplication initiale et subséquente des semences de fondation.
2. **Les semences de fondation:** Ce sont des réserves de semences manipulées de façon à garder autant que possible l'identité et la pureté génétique

spécifique. Par ailleurs, ces réserves peuvent être désignées ou distribuées par une station d'expérimentations agricoles. La production doit être attentivement supervisée ou approuvée par les représentants d'une station d'expérimentations agricoles. Les semences de fondation constituent la source de toutes les autres classes de semences certifiées.

3. *Les semences certifiées*: Ce sont la progéniture des semences certifiées ou de fondation. Elles sont manipulées de façon à maintenir une identité et une pureté génétique satisfaisante. En outre, ces semences ont été approuvées ou certifiées par une agence de certification.

## **L'épuration des semences de l'améliorateur**

Souvent, les semences d'un cultivar donné deviennent quelque peu impures du fait d'un croisement externe (outcross) naturel, d'un mélange mécanique, d'une mutation, ou d'une autre raison. Ceci nécessite, de temps en temps, une épuration des cultivars.

Selon la méthode commune d'épuration, environ 2500 semences sont ensemencées en masse sur une parcelle en ménageant assez d'espace entre et à l'intérieur des lignes (ou rangées) (45 x 20 cm), ce qui permet d'observer chaque plante. Cinq cents plantes ayant un phénotype identique sont choisies et les caractéristiques du cultivar sont décrites au moment du lancement. L'année suivante, les rangées de plantes sont semées et des observations détaillées sont enregistrées pour chacune d'elles. Les descendances qui diffèrent de la description originale sont ainsi rejetées. L'année d'après, les semences de la descendance sont testées pour toute caractéristique spéciale comme la résistance aux maladies ou pour tout caractère de qualité. Les semences des descendances similaires par leurs caractères agromorphologiques et de qualité, leur résistance aux diverses formes de contraintes et leur rendement sont alors amassées et traitées en tant que semences pures des cultivars testés. Le processus entier est répété de façon périodique.

## **La certification des semences**

Les conditions et procédés suivants sont proposés pour la production de semences certifiées de pois chiche.

1. *La sélection du terrain*: Pour la certification des semences, il est essentiel d'éviter les champs précédemment cultivés en pois chiche à cause du problème de plantes accidentelles issues de la culture précédente.
2. *Un sol exempt de maladies*: Certaines maladies telles que l'anthracnose causée par l'ascochyte et le flétrissement dû au fusarium sont portées par les semences. Par conséquent, les semences produites à partir de parcelles infestées devraient être rejetées. Les semences de pois chiche devraient être produites également dans des zones non endémiques.

3. *L'inspection sur champ*: Un minimum de deux inspections ont lieu généralement entre la floraison et la moisson. Durant l'inspection sur champ, les observations concernant certains points clés sont répertoriées notamment les hors types, les herbes désagréables et les maladies portées par les semences. Un minimum de 500 plantes devraient être prises en compte pour l'enregistrement des observations (le nombre de comptes à prendre durant l'inspection sur champ est discuté dans un autre chapitre de ce livre).
4. *Distances d'isolement*: Etant donné que le pois chiche est une plante autopolinisée et que la pollinisation croisée naturelle est négligeable ou inexistante, la distance d'isolement entre deux cultivars sert à maintenir la pureté en évitant tout mélange mécanique ou manuel durant la moisson. Lorsqu'il s'agit de multiplier des semences de fondation, il faudrait maintenir entre les différents cultivars une distance minimale d'isolement de 20 m tandis qu'une distance minimale de 10 m devrait être maintenue pour les semences certifiées.
5. *Les hors types*: Il faudrait éliminer les hors types, sinon le pourcentage maximum permis pour les semences de fondation est de 0,10 et pour les semences certifiées de 0,20.
6. *Les normes se rapportant aux semences*: Les normes concernant les différentes classes de semences de fondation et certifiées sont proposées dans le tableau 1. Quant aux semences de l'améliorateur, il faudrait que les semences soient pures à 100%, la présence de toute matière inerte est inacceptable.
7. *Enrobage des semences*: Etant donné que l'anthracnose causée par l'ascochyte et le flétrissement provoqué par le fusarium sont transmises par les semences, il est conseillé de les traiter avec des fongicides convenables en particulier lorsque les semences sont récoltées sur des parcelles infestées par ces maladies. Les produits qui se sont prouvés efficaces sont: le Calixin M pour la lutte contre l'anthracnose de l'ascochyte (Reddy 1980) et le Benlate T (benomyl et thiram) pour le flétrissement dû au fusarium (Haware et col. 1978). Les bruches (*Callosobruchus chinensis*) réduisent la faculté germinative des semences, toutefois, il est de l'aveu général que l'enrobage des semences par l'insecticide Actellic élimine efficacement cet insecte.

## La production de semences exemptes d'anthracnose causée par l'ascochyte

L'anthracnose causée par *Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab. est la maladie la plus importante du pois chiche dans la région Méditerranéenne, le Pakistan et le Nord-Ouest de l'Inde. Etant donné que cette maladie est portée par les semences, il est important de produire des semences exemptes de l'ascochyte pour pouvoir les distribuer dans les régions endémiques ainsi que pour

prévenir l'introduction de cette maladie dans les zones qui ne sont pas infestées mais où les conditions ambiantes pourraient favoriser l'expansion et le développement de cette maladie. Kaiser (1984) a noté que les conditions et les précautions suivantes pourraient aider à produire les semences de pois chiche. Ces pratiques peuvent prévenir l'introduction de l'ascochyte dans des zones exemptes de cette maladie et réduire de façon significative ou éliminer complètement la maladie des zones infestées.

Tableau 1. Les normes proposées pour les semences de pois chiche.\*

Facteur	Les normes définies pour chaque classe (%)	
	Fondation	Certifiées
Semences pures (min.)	98,0	98,0
Matières inertes (max.)	2,0	2,0
Semences d'autres espèces cultivées (max.)	0	0,05
Semences de mauvaises herbes (max.)	0	0
Germination, y compris les semences dures (min.)	85,0	85,0
Humidité (max.)	9,0	9,0

\* Communication personnelle avec P.K. Agrawal, de l'Institut Indien de Recherches Agricoles.

### Les conditions arides

Le climat froid et humide favorise l'expansion et le développement de l'antracnose du pois chiche causée par l'ascochyte. Les semences contaminées en surface ou intérieurement représentent le meilleur moyen pour répandre et perpétuer la maladie. Par contre, un climat sec et chaud entrave le développement et l'expansion de la maladie. Il est préférable de limiter le choix des champs de production de semences aux zones arides où les pluies ne tombent presque pas durant la floraison, la fructification et les moissons.

### La rotation des cultures

Il est extrêmement avantageux de cultiver le pois chiche en rotation avec d'autres plantes comme les céréales, pour éviter l'accumulation de *A. rabiei* sur les débris infestés abandonnés dans les champs après la récolte. Etant donné

que par nature, seul le pois chiche est sensible à l'antracnose causée par l'ascochyte, les propagateurs de cet agent présents sur les restes du pois chiche commencent à perdre leur viabilité lorsque les débris commencent à se décomposer. Certaines pratiques telles que le labour accélèrent la décomposition des rébuts.

#### **Aménagement sanitaire des champs**

Il a été signalé que *A. rabiei* est capable de se multiplier sur les restes du pois chiche abandonnés dans les champs après les récoltes, fournissant ainsi une source potentielle d'inoculum fongique capable d'initier de nouveaux centres d'infection à partir des conidies éclaboussées par la pluie. Par conséquent, il faudrait brûler ou enterrer tout de suite après les récoltes tous les restes de pois chiche abandonnés dans les champs. Un labour profond accélérerait la décomposition des pailles infectées et permettrait d'éliminer cette source d'inoculum fongique.

#### **Traitement des semences avec les produits phytosanitaires**

Les semences de pois chiche introduites dans une zone exempte d'antracnose causée par l'ascochyte devraient être traitées avec un fongicide efficace. Ce traitement n'est autre qu'une mesure de précaution contre une introduction non-intentionnée de l'agent pathogène par le biais de semences infectées. Ceci est particulièrement important au cas où l'origine des semences est incertaine. Le traitement des semences de pois chiche avec certains des fongicides systémiques les plus récents promet beaucoup quant à la lutte contre cette infection en surface ou en profondeur. Reddy (1980) a relaté l'extermination de *A. rabiei* des semences de pois chiche naturellement infectées grâce à l'utilisation du fongicide systémique tridemorph (Calixin M) utilisé seul ou en combinaison avec le benomyl.

#### **L'inspection sur champ**

L'antracnose causée par l'ascochyte peut être présente à des taux très bas dans les plantations de pois chiche, ce qui rend sa détection très difficile. Il est donc essentiel qu'un personnel bien formé et qualifié inspecte attentivement les champs de semences à des intervalles de temps réguliers jusqu'à la période des récoltes.

## **La période des semis**

Malgré le très grand potentiel de rendement du pois chiche semé en période d'hiver en Asie de l'Ouest et en Afrique de Nord, il est recommandé d'ensemencer le pois chiche destiné à la multiplication des semences uniquement au printemps. Cette pratique pourrait aider à produire des semences exemptes d'ascochyte.

## **La production de semences exemptes de flétrissement**

Tout comme l'anthracnose causée par l'ascochyte, le flétrissement causé par le *Fusarium oxysporum* est une maladie portée par les semences. On a trouvé que l'enrobage des semences avec le Benlate-T était très efficace pour exterminer l'agent pathogène responsable du flétrissement (Haware et col. 1978). Le flétrissement apparaît habituellement si la plante est cultivée à des températures qui dépassent les 30°C. Ce document décrit brièvement quelques mesures adoptées pour la production de semences exemptes de flétrissement. En premier lieu, il ne faudrait pas multiplier les semences de pois chiche dans un champ ou une surface infestée par l'agent pathogène causant le flétrissement. La rotation des plantes s'est révélée très utile pour vérifier toute accumulation supplémentaire de l'agent pathogène. Dans une parcelle de multiplication de semences, les plantes qui présentent des symptômes de flétrissement devraient être détruites. Enfin, les semences devraient être enrobées de façon routinière avec le Benlate-T dans toutes les zones où le flétrissement semble poser de problèmes.

## **Implantation d'un laboratoire d'essais de semences**

Le laboratoire d'essais de semences est nécessaire pour la certification des semences. Il est généralement utilisé pour déterminer la pureté des semences, leur faculté germinative, leur teneur en eau, leur teneur en graines de mauvaises d'herbes, leur état phytosanitaire en plus d'autres caractéristiques. Des laboratoires parcellaires existent déjà dans la plupart des pays et peuvent également servir aux travaux de certification de semences de pois chiche.

## **La production de semences**

Il n'y a pas de normes fixes déterminant le nombre de fois qu'un agriculteur peut utiliser les semences certifiées, mais il est généralement acquis que les semences peuvent être utilisées pour quatre années consécutives et doivent être remplacées chaque 5<sup>ème</sup> année. Les exigences en terrain des différentes classes de semences peuvent être déterminées de la façon suivante:

- Suppositions:**
1. Surface: 100 ha
  2. Les semences certifiées requises pour chaque année =  $100/5 = 20$  ha
  3. Dimension des semences: 30 g/100 semences
  4. Semences requises pour 1 ha = 100 kg
  5. Taux de multiplication = 20 fois

**Surface requise:** Semences certifiées:  $20/20 = 1,0$  ha  
 Semences de fondation:  $1/20 = 0,05$  ha  
 Semences de l'améliorateur:  $0,05/20 = 0,0025$  ha

Etant donné que les dimensions des semences sont très variables, la surface requise pour la multiplication des semences est également variable. La surface requise pour la multiplication des diverses classes de semences ayant les trois dimensions suivantes: 15, 30 et 45 g/100 semences a été estimée pour 1000 ha (voir tableau 2). A partir de ce tableau, il est possible de calculer la surface requise pour des semences ayant des dimensions différentes et à des surfaces également différentes.

### Remarques concluantes

La production de pois chiche dans le monde est restée statique pendant les 3 dernières décennies, le manque d'une industrie de semences en est une des causes. Actuellement, il existe de grandes possibilités pour fonder une industrie de semences sur la base des cultivars développés pour les semis en période d'hiver dans la région Méditerranéenne. Le prix de vente élevé du pois chiche est un autre facteur favorable qui a rendu cette culture plus rémunératrice. Les hommes de sciences des programmes nationaux devraient exploiter cette opportunité pour fonder une industrie de semences de pois chiche.

Tableau 2. Terrain requis pour la production de semences certifiées, de fondation et de l'améliorateur pour 1000 ha de pois chiche.

Dimension des semences (g/100 semences)	Surface (ha)		
	Certifiées	Fondation	De l'améliorateur
15	5	0,25	0,012
30	10	0,5	0,025
45	15	0,75	0,037

## Remerciements

L'auteur souhaite exprimer sa reconnaissance au Dr. P.K. Agrawal de l'Institut Indien de Recherches Agricoles à New Delhi en Inde et au Dr. R.S. Malhotra de l'ICARDA, Alep, Syrie pour les suggestions très utiles qu'ils ont avancées durant la préparation de ce document.

## Bibliographie

- Gowda, C.L.L. 1981. Natural outcrossing in chickpea. *International Chickpea Newsletter* 5:6.
- Haware, M.P., Nene, Y.L. and Rajeshwari, R. 1978. Eradication of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* transmitted in chickpea seed. *Phytopathology* 68: 1364-1367.
- Hayes, H.K., Immer, F.R., and Smith, D.C. 1955. *Methods of Plant Breeding*. Second edition. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, USA.
- Kaiser, W.J. 1984. Control of ascochyta blight of chickpea through clean seed. Pages 117-122 in *Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas* (Saxena, M.C. and Singh, K.B., eds.). Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers. The Hague. The Netherlands.
- Reddy, M.V. 1980. Calixin M -- an effective fungicide for eradication of *Ascochyta rabiei* in chickpea seed. *International Chickpea Newsletter* 3:12.

## Les techniques de production de semences de lentille

---

**W. Erskine**

*Programme d'Amélioration  
des Légumineuses Alimentaires,  
ICARDA, BP. 5466, Alep, Syrie*

### Introduction

La lentille (*Lens culinaris* Med.) est une légumineuse annuelle autopollinisée, cultivée dans la région Méditerranéenne et en Asie de l'Ouest. Cette culture est encore sous-exploitée et les efforts d'amélioration génétique dans la région n'ont abouti qu'au lancement d'une poignée de cultivars. La plus grande partie de la surface plantée en lentille estensemencée avec des races régionales présentant chacune une variabilité considérable maintenue grâce à un mélange de lignées pures, le taux de croisement ne dépasse pas le 1 % (Wilson et Law 1972; Skibinski *et col.* 1984). Les variétés lancées dans la région comprennent la Giza 9 (ILL 784) provenant d'Egypte et les séries Kislik provenant d'Ankara : Pull 11, Yesil 21, Yesil 31, et le Kirizi 51. Actuellement, l'amélioration des lentilles reçoit de plus en plus d'intérêt de la part des programmes nationaux d'amélioration et de l'ICARDA même. Par conséquent, les variétés améliorées seront disponibles dans le futur. Toutefois, il existe actuellement un manque d'information en ce qui concerne la production et la certification des semences. *Lentils* (Webb et Hawtin 1981) est un ouvrage de référence qui fait autorité quant aux divers aspects de la culture. Les semences à certifier sont inspectées sur champ et au laboratoire pour vérifier les normes se rapportant à ces deux conditions.

### Les essais au laboratoire

Au laboratoire, les semences sont analysées pour leur teneur en eau, leur pureté, leur faculté germinative et leur état phytosanitaire. Elles sont comparées par la suite à des normes préétablies de certification de semences.

**La composition de l'échantillon:** Les semences peuvent être définies comme telles si elles ont un peu plus que la moitié de leur taille initiale, le testa ou tégument étant attaché. Les semences décortiquées et/ou fendues sont des impuretés communes des lentilles grossièrement battues. Les semences endommagées par les charançons (*Bruchus* spp. et *Callosobruchus* spp.) (Hariri 1981) sont considérées également comme des impuretés.

Les matières inertes, les graines de mauvaises herbes et d'autres espèces cultivées sont d'autres types d'impuretés. Le tableau 1 propose des normes concernant ces facteurs (P.K. Agrawal, Institut Indien de Recherches Agricoles, communication personnelle). Parmi les impuretés, quelques herbes de légumineuses posent un problème particulier du fait de la similarité des caractères de leurs semences à ceux des lentilles. Par exemple, la variété "Chilean" provenant de Washington aux Etats-Unis, est devenue si infestée par les semences de *Vicia sativa* qu'elle a dû être retirée du commerce. Par la suite, les mêmes semences de Chilean'78, cette fois nettoyées, ont été lancées.

Tableau 1. Les normes proposées pour les semences de lentille.\*

Facteur	Normes correspondant aux différentes classes (%)	
	Fondation	Certifiées
Semences pures (min.)	98,0	98,0
Matières inertes (max.)	2,0	2,0
Semences d'autres espèces cultivées (max.)	0,1	0,2
Graines de mauvaises herbes (max.)	0,1	0,2
Germination, y compris les semences dures (min.)	75,0	75,0
Teneur en eau (max.)	9,0	9,0

\* P.K. Agrawal, Institut Indien de Recherches Agricoles, communication personnelle.

**Validité de l'échantillon:** La validité est mesurée en comparant l'échantillon à la description de la variété ou aux semences pures. Les caractères suivants peuvent être utiles pour tester la validité des échantillons:

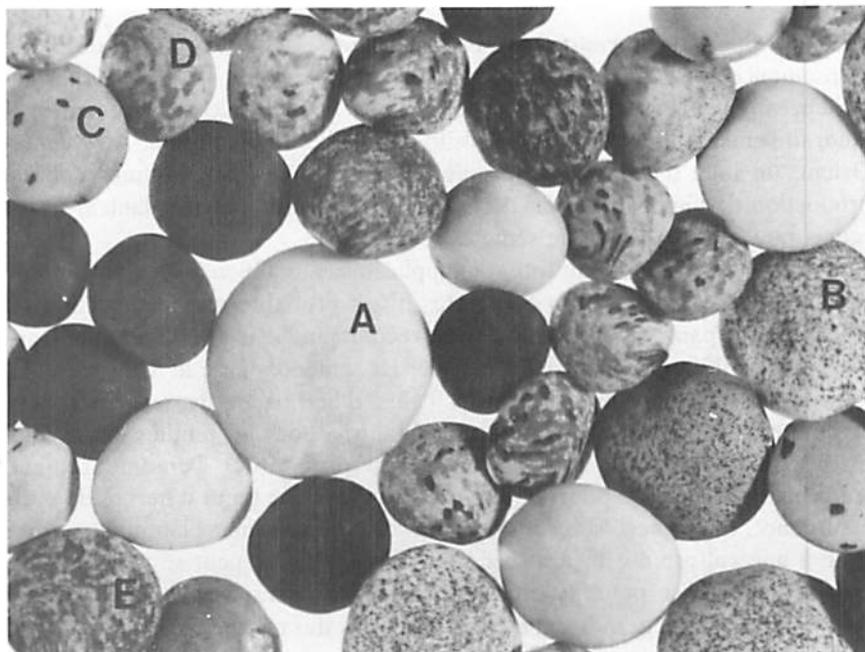
- Le poids en (g) de 1000 semences choisies au hasard.
- La couleur de fond du testa des semences (vert, rose, marron, gris, ou

noir). Tous les caractères de couleur devraient être examinés à la lumière du jour sur des semences fraîchement récoltées.

- Motif sur le testa (comme le montre la Fig.1 : absent, pointillé, tâcheté, marbré ou une combinaison/complexité de motifs).
- Couleur du motif sur le testa (vert olive, gris, marron ou noir).
- Couleur du cotylédon (rouge, jaune ou vert (vire au jaune avec l'âge)).
- Echantillonnage destructif par élimination du testa pour voir la couleur du cotylédon de la semence.

Un minimum de 98 % des semences doit être de type conforme. Ceci s'applique aussi bien aux semences certifiées qu'aux semences de fondation.

**La viabilité des semences:** Les tests de germination des lentilles devraient être menés entre papier, à 20°C, après une prérefrigération à 2°C. Le premier dénombrement est effectué après 5 jours et le dénombrement final après 10 jours. Un minimum de 4 lots de 100 semences chacun sont requis pour les tests de germination. Quant aux analyses de l'état phytosanitaire des semences, on peut avoir recours à la méthode du papier buvard ou à la méthode de la plaque de gélose (Anon 1976).



**Fig 1:** les motifs sur la testa des semences de lentilles.

A: absence de motifs; B: pointillé; C: tâcheté; D: marbré; E: complexe

Les analyses de la teneur en eau peuvent être menées également (Anon 1976).

Il a été signalé que la dormance des semences causée par une enveloppe très dure est surmontée après 90 jours d'entreposage dans des conditions naturelles (Agrawal 1982). La dormance a été également surmontée avec succès par stratification des semences à 5°C pendant 48 heures (Muehlbauer et Slinkard 1981).

## **La production de semences**

**La sélection du local:** La plante n'est pas éligible à la certification si elle est plantée sur un terrain où la même espèce avait été cultivée pour deux saisons antérieures, exception faite si la culture précédente était cultivée à partir de semences certifiées issues de la même variété. Il est également important d'éviter les locaux ayant déjà subi une infestation d'*Orobanche*. Il est important d'avoir 2 parcelles de terrain au lieu d'une seule, localisées dans des champs séparés, au cas où la récolte est ratée. Pour la production de semences de fondation ainsi que pour les semences certifiées, il faudrait respecter une distance d'isolement de 5 m au moins entre la parcelle cultivée et les champs des autres variétés (Agrawal 1984).

**Gestion pour la production de semences:** A l'exception du taux d'ensemencement appliqué, la culture ayant pour but la production de semences ne diffère en rien de celle destinée à la production de plantes. Il faudrait semer à la moitié de la densité habituelle de plantation. Au Moyen-Orient, un taux d'ensemencement de 200 plantes/m<sup>2</sup> est optimum pour la production de plantes (Saxena 1981) tandis qu'un taux de 100 plantes/m<sup>2</sup> est requis pour la production de semences.

Les commentaires suivants sont applicables aussi bien à la production de semences qu'à la production de plantes. Il est probable que l'application du P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aux sols pauvres en phosphate soit recommandée avant plantation. Dans certains cas, il serait nécessaire d'inoculer les semences avec le *Rhizobium*. La lutte contre les mauvaises herbes à l'aide d'herbicides de pré-émergence comme que le Bladex, le Tribunil ou le Maluran pour les feuilles larges et le Kerb pour les herbes, pourrait avoir lieu juste après l'ensemencement. Autrement, le Fusilade pourrait être utilisé en tant que tueur d'herbes de post-émergence. Si les herbicides ne sont pas disponibles, une plantation tardive suite à une culture destinée à tuer les herbes précoces peut se révéler d'une grande importance pour la lutte contre les mauvaises herbes. Si la surface disponible est assez grande, un large espacement des rangées (37,5 cm) permet également de lutter contre les mauvaises herbes en travaillant le sol entre les rangées. Le laminage du sol permettrait de le niveler et de casser les cailloux, ce qui facilite en même temps la moisson mécanique à l'aide de faucheuses ou de moissonneuse-batteuses (Papazian 1983).

A la floraison, il faudrait appliquer un insecticide de contact comme l'endosulphan ou le methidathion pour lutter contre les charançons, *Bruchus* spp. De même, il faudrait prendre toutes les mesures de lutte appropriées contre les autres insectes nuisibles et les maladies. L'arrachage manuel des inflorescences antérieurement à la formation des semences est un moyen sérieux de lutte contre le genêt (*Orobanche* spp.) qui devrait être entrepris au cas échéant.

**l'inspection sur champ:** l'inspection sur champ devrait avoir lieu au moins 2 fois au moment de la floraison ou ultérieurement. Les caractères à identifier durant l'inspection sont les suivants:

- La présence ou l'absence de pigmentation causée par l'anthocyanine dans les tiges, les feuilles et les gousses.
- La présence ou l'absence d'une pubescence dans les feuilles.
- Le standard de couleur des fleurs (blanc, blanc avec des nervures bleues, bleu, violet, rose).
- La hauteur des plantes (en cm).
- Le temps jusqu'à l'apparition de la première fleur (en jours).
- La taille des feuilles telles qu'elles se présentent à la floraison.

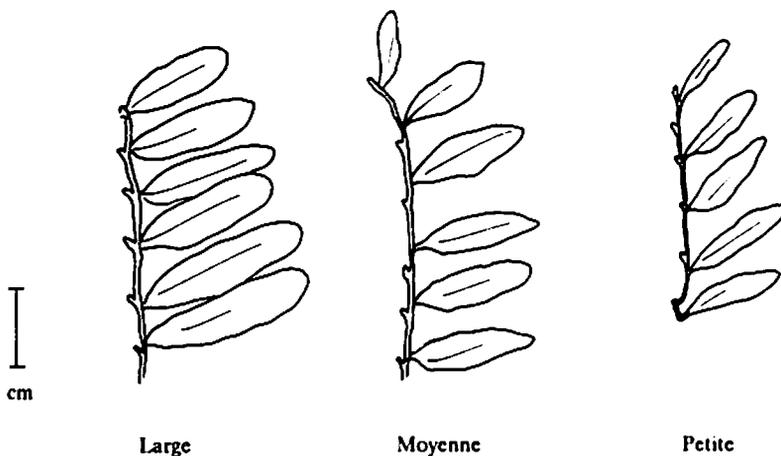


Fig. 2. Largeur des feuilles complètement développées issues des nœuds de floraison les plus bas.

Les teneurs maximales en hors types tolérées dans un échantillon donné sont les suivantes : 0,10 % pour les semences de fondation et 0,20 % pour les semences certifiées.

Si un échantillon est conforme aux conditions requises présentées dans le tableau 1 à la fois pour ce qui est des essais au laboratoire et des essais aux champs, il se peut que le nom indiqué par l'expéditeur ne s'avère pas incorrect et que les semences soient par conséquent certifiées.

## Bibliographie

- Agrawal, P.K. 1984. Seed production technology for chickpea (*Cicer arietinum*) and lentil (*Lens culinaris*). In Faba Beans, Kabuli Chickpeas, and Lentils in the 1980s (Saxena, M.C. and Varma, S., eds.)
- Agrawal, P.K. 1982. Storability of lentil seeds under ambient conditions. LENS 9: 26-27.
- Anonyme 1976. International Rules for Seed Testing. Annexes. Seed Science and Technology 4: 9-49, 51-177.
- Hariri, G. 1981. Insects and other pests. Pages 173-89 in Lentils (Webb, C. and Hawtin, G.C., eds.) Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, UK.
- Papazian, J. 1983. Lentil harvesting. LENS 10(2): 1-6.
- Saxena, M.C. 1981. Agronomy of lentils. Pages 111-130 in Lentils (Webb, C., and Hawtin, G.C., eds.). Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, UK.
- Skibinski, D.O.F., Rasoul, D. and Erskine, W. 1984. Genetic variation at a polymorphic aspartate aminotransferase locus in a germplasm collection of lentil (*Lens culinaris*). Theoretical and Applied Genetics 68: 441-448.
- Wilson, V.E. and Law, A.G. 1972. Natural crossing in *Lens esculenta* Moench. Journal of the American Society for Horticultural Science 79: 142-3.
- Webb, C. and Hawtin, G. 1981. Lentils. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, UK. 216 pp.

## Les problèmes de production de semences de plantes fourragères

---

**S. Ceccarelli**

*Programme d'Amélioration des Céréales,  
ICARDA, BP. 5466, Alep, Syrie*

### Introduction

Un programme d'amélioration ne possède d'impacts pratiques sur l'agriculture que lorsque les agriculteurs décident de remplacer une vieille variété par une nouvelle. Ceci n'est possible que si l'intégrité génétique de la nouvelle variété est maintenue et que les semences sont produites et distribuées en quantités commerciales. Il est important de maintenir l'intégrité génétique de la variété puisqu'elle est à la base des procédés de certification qui constituent la seule garantie de la qualité génétique de la variété.

Le processus qui permet de multiplier la petite quantité de semences de l'améliorateur en tonnes de semences certifiées est assez complexe et nécessite à la fois la résolution des problèmes génétiques et agronomiques. Pourtant, il existe des problèmes d'entretien de variétés et de production de semences, spécifiques à chaque groupe d'espèces classées en fonction de leurs systèmes de reproduction (c'est à dire les espèces multipliées végétativement, celles à pollinisation croisée et les autopolinisées). Le terme "variété" est la raison principale de ces problèmes puisqu'il porte un sens différent pour chaque groupe.

**Les espèces multipliées végétativement:** Chez ces espèces, une variété est un "clone", une descendance obtenue par multiplication végétative d'une plante unique. A l'exception des nouvelles mutations qui peuvent être rapidement et facilement utilisées pour créer des variétés nouvelles, une telle population ne manifeste habituellement qu'une variabilité due aux conditions ambiantes. L'entretien des variétés d'espèces multipliées végétativement ne présente pas de problèmes génétiques. Il pourrait cependant être compliqué par les risques de transmission de virus, de bactéries, etc..., aux nouvelles générations.

**Les espèces autopolinisées:** Chez la plupart de ces espèces, une variété est une "lignée pure" du point de vue génétique : c'est une descendance obtenue par autofécondation d'une plante homozygote. Théoriquement, comme pour les clones, cette variété est supposée manifester des variabilités dues uniquement aux conditions ambiantes. Tandis que les génotypes d'une lignée pure sont tous homozygotes, ceux d'un clone pourraient être homozygote ou hétérozygote, ceci dépend du génotype de la plante mère.

Au fait, les variétés d'une espèce autopolinisée ne suivent pas strictement les prévisions des expériences de Johansen, bien au contraire, elles manifestent des variabilités qui ne sont pas dues uniquement aux conditions ambiantes. Une série d'expériences a montré que le taux d'hétérozygotie dans les variétés des espèces autopolinisées est plus élevé que prévu soit à cause de l'avantage que les hétérozygotes présentent (Allard et col. 1968), soit à cause des micro-mutations (Gaul 1968). Ceci a conduit certains auteurs à prétendre que "la lignée pure" est un concept abstrait (Gaul 1968). A présent, il est largement acquis qu'il convient d'entreprendre une sélection d'entretien très soignée pour pouvoir maintenir l'intégrité génétique de ces variétés.

**Les espèces à pollinisation croisée:** Les populations de ces espèces ont une structure génétique différente des espèces autopolinisées. Ces populations ont été définies comme des "communautés reproductives qui partagent un fond génétique commun" (Dobzansky 1951). Les espèces à pollinisation croisée possèdent une caractéristique singulière, celle d'avoir un taux de variabilité génétique à l'intérieur même des populations. Ce taux est beaucoup plus élevé que la variabilité rencontrée chez les populations des espèces autopolinisées. Cette variabilité est d'une grande importance aussi bien pour l'amélioration que pour la production de semences. Du point de vue génétique, une variété d'espèces à pollinisation croisée peut être soit un clone, soit un hybride, soit une population plus ou moins équilibrée génétiquement (comme les variétés synthétiques ou les variétés produites par sélection massale ou par sélection récurrente).

A l'exception des variétés hybrides et des clones, les variétés d'espèces à pollinisation croisée ne sont pas génétiquement homogènes. En effet, elles sont composées d'une multitude de génotypes différents et extrêmement hétérozygotes. C'est le système de reproduction qui maintient un haut niveau d'hétérozygotie, le processus d'autohybridation a des effets délétères sur la plupart des espèces à pollinisation croisée.

## **Les problèmes de production de semences de plantes fourragères**

La plupart des plantes fourragères sont à pollinisation croisée. Cette pollinisation se produit par l'intermédiaire des insectes ou du vent. La plupart

des variétés de plantes fourragères sont composées de populations ayant des génotypes différents et extrêmement hétérozygotes, rassemblées par l'améliorateur dans un équilibre délicat. Cet équilibre entre les génotypes est très important. Etant donné qu'il est associé au déficit particulier de chaque variété, il doit être maintenu tout au long de la vie de la variété. Avant de traiter des problèmes génétiques et agronomiques se rapportant à la production de semences chez les plantes fourragères à pollinisation croisée, il est important de noter que ces dernières sont hybridées et cultivées en vue de maximiser la production du feuillage. Chez les autres plantes, comme les céréales, les légumineuses et les plantes oléagineuses, la production de semences est synonyme de production de graines, du point de vue biologique.

### **Problèmes d'entretien de l'intégrité variétale**

Les problèmes majeurs rencontrés lorsqu'il s'agit d'entretenir des variétés d'espèces à pollinisation croisée (celles qui sont en équilibre du point de vue génétique) se rapportent aux points suivants: l'isolement, le nombre de générations de multiplication et la production de semences en dehors de la zone d'adaptation.

Ces problèmes sont tous rattachés à la nécessité d'avoir une variété distincte, homogène et stable. En effet, les semences certifiées issues d'une variété donnée ne peuvent être légalement commercialisées dans de nombreux pays que si elles étaient dotées de ces caractéristiques. Même dans les pays où les législations concernant les semences n'existent pas, il faudrait respecter ces conditions dans l'intérêt des agriculteurs. Les sociétés de semences ou les améliorateurs privés pourraient se plaindre du fait qu'un grand nombre de réglementations concernant la production et la commercialisation des semences entravent le progrès agricole. Cependant, les lois soigneusement conçues sont vitales pour empêcher la fraude, en particulier lorsqu'on traite de plantes à pollinisation croisée chez lesquelles l'identification des variétés est biologiquement difficile.

#### *a. L'isolement*

L'isolement est nécessaire pour éviter le croisement avec du pollen étranger et les changements qui en découlent quant à la fréquence des gènes. Il sert également à éviter tout changement dans les propriétés génétiques de la variété. Lors de la production de semences de l'améliorateur, on peut avoir recours à l'isolement mécanique à l'aide de filets ou de serres spéciales imperméables au pollen. Néanmoins, la production de semences dans des conditions pareils est souvent limitée et par conséquent, peu rentable.

Il est possible d'isoler les plantes fourragères dont la pollinisation se produit à l'aide du vent en les cultivant sur des parcelles relativement réduites et délimitées par une autre culture, ce qui crée une barrière physique contre le pollen étranger. Les sacs en toile dure constituent une autre méthode

efficace permettant d'isoler les variétés issues d'une même espèce. Si le vent est l'agent principal responsable de la pollinisation, il faudrait considérer sa direction prédominante lorsqu'il s'agit de tracer les parcelles de production de semences ensemencées avec des variétés différentes issues de la même espèce. Etant données les limitations économiques quant à l'usage de l'isolement physique, l'isolement spatial est plus commun. Par conséquent, des distances minimales sont requises aux différents stades de la multiplication des semences.

Le degré de croisement externe qui survient réellement est influencé par l'effet protecteur exercé par le pollen en provenance de la même variété. En travaillant avec le ray-grass anglais (*Lolium perenne*), Griffiths (1952) a trouvé que les plantes intervenantes issues de la même variété produisaient un effet tampon marqué et réduisaient la contamination plus efficacement que l'isolement spatial (voir tableau 1).

Tableau 1. Pourcentage de contamination des plantes de ray-grass anglais (qui n'ont pas de base rouge), à des distances variables d'isolement.

Distance des contaminants (m)	% de contamination		
	première rangée	sixième rangée	Moyenne des six rangées
7,5	41,63	17,86	27,15
15,0	12,09	4,79	7,21
30,0	5,60	1,65	3,73
60,0	1,81	0,56	0,89
120,0	0,81	0,59	0,52

Les dimensions d'un champ de semences est un autre facteur important qui influence le degré de contamination. L'augmentation des dimensions des champs réduit l'effet de croisement externe intervariétal. Chez les plantes pollinisées par le vent ou par les insectes, les chances de croisement sont d'autant plus grandes que les champs de semences sont de moins en moins en relation avec le contaminant. Par conséquent, les exigences d'isolement pour la production des différentes classes de semences certifiées de légumineuses à pollinisation croisée varient selon les dimensions du champ, comme le montre le tableau 2.

Tableau 2. Exigences minimales d'isolement pour la production de semences de luzerne, de pâturin, de trèfle rouge et blanc.

La classe des semences	Dimensions du champ	
	< 5 arpents ( < 2,5 hectares)	> 5 arpents ( > 2,5 hectares)
Fondation	400 m	400 m
Enregistrées	200 m	100 m
Certifiées	100 m	50 m

L'isolement est très important également pour la production de semences certifiées à même les champs des agriculteurs. Cependant, il est plus difficile de le créer dans ces conditions. Un agriculteur qui cultive sur contrat une plante donnée en vue de produire des semences peut voir ses efforts anéantis à cause d'un agriculteur voisin qui cultive la même plante. La législation dans certains pays comme la France et le Royaume-Uni spécifie que dans des zones particulières, le choix des cultures doit être contrôlé par les autorités locales.

*b. Le nombre de générations de multiplication*

Le nombre de générations de multiplication doit être maintenu à un minimum pour prévenir ou réduire le montant des changements génétiques. En pratique, durant la multiplication, la population est influencée par les changements climatiques qui peuvent modifier les fréquences génétiques durant un certain nombre de générations. Les propriétés génétiques d'une population changent également, chaque plante produit un rendement en semences différent de l'autre. Par exemple, chez les herbes fourragères, le type "à feuillage" produit moins de semences que le type "à tiges". C'est seulement à la suite de plusieurs générations de multiplication que le premier type est transformé petit à petit pour donner le second type. Chez les variétés synthétiques, basées sur un certain nombre de plantes mères sélectionnées, on procède à la multiplication végétative des plantes mères afin d'obtenir les semences de l'améliorateur (ou semences pré-base). La quantité totale de ces semences est généralement très limitée. Elles sont maintenues dans des récipients étanches à l'humidité, à une température de 0°C et ce pour un entreposage à longue durée. Les semences issues de la première génération de multiplication sont multipliées pendant plusieurs années pour obtenir les semences de base. Deux générations plus tard, les semences certifiées sont obtenus. Le nombre de générations est donc limité à trois, ce qui n'est possible que par le biais d'une multiplication végétative des plantes mères effectuée à très grande échelle. Lorsque la demande d'une variété donnée augmente

sensiblement, il convient d'augmenter la production en augmentant la superficie de production de semences de l'améliorateur plutôt qu'en augmentant le nombre de générations de multiplication d'une ou de plusieurs unités.

*c. La production de semences en dehors des zones d'adaptation*

A proprement parler, ce problème d'entretien de variétés se rapporte à la multiplication des variétés nouvelles dans des zones différentes de celles pour lesquelles elles ont été développées. Ces mêmes problèmes apparaissent lorsqu'on importe des variétés développées dans des pays différents.

Plusieurs exemples ont déjà démontré qu'un progrès agricole rapide se produit lorsqu'on transfère des variétés développées dans une région donnée vers d'autres nouvelles. Cependant, l'importation de semences des différents pays pourrait avoir des conséquences négatives qui dépendent aussi bien de l'espèce que du pays d'origine. Pour certaines espèces, le déplacement des semences certifiées d'un pays vers un autre pourrait révéler:

- des problèmes de maladies qui ne s'étaient pas manifestées dans le pays d'origine.
- une grande augmentation de la variabilité entre les individus. La population n'est plus assez uniforme pour être considérée comme une variété. Ceci est particulièrement vrai pour certaines cultures à pollinisation croisée comme les cultures fourragères vivaces chez lesquelles l'uniformité est strictement associée à l'adaptation. Une population "relativement" uniforme dans sa propre zone d'adaptation pourrait devenir sensiblement variable lorsqu'elle est cultivée dans des conditions climatiques différentes.
- une réduction de la persistance des espèces vivaces à cause du manque d'adaptation.
- une forme d'érosion génétique qui risque de créer un flux génétique vers les populations adaptées au cas où du matériel non-adapté est directement lancé aux agriculteurs, ce qui fait que toute expédition future de germoplasme ne représente plus le matériel local.

On ne peut éviter ces dangers qu'en créant un système d'essais qui s'applique aussi bien aux nouvelles variétés qu'à n'importe quelle autre importée.

Les pays dont les conditions climatiques ne conviennent pas à la production de semences pourraient créer leurs propres variétés et produire des semences certifiées hors de la zone d'adaptation de la nouvelle variété, même si cela est effectué dans des pays étrangers où les conditions climatiques sont plus favorables. Les procédés de cultivation des semences certifiées hors de la zone d'adaptation de la variété protègent en sorte la pureté variétale en limitant le nombre de générations de multiplication et le nombre de plantes à récolter dans un champ donné.

En plus, lorsque les semences d'herbes et de variétés de légumineuses sont cultivées dans des conditions climatiques différentes, des pressions de sélection pourraient causer de brusques modifications génétiques de magnitude telle à influencer les performances des variétés. Le montant des modifications dépend du nombre de générations de multiplication, des méthodes de gestion et des différences climatiques entre les régions où les semences ont été produites et les zones où la variété a été développée. Par exemple, les variations des hauteurs des plantes et des pourcentages de dégâts dûs à l'hiver pour les différents lots de semences de luzerne issues de la variété range, ont été corrélatés aux zones de production de semences (Smith 1955). Les lots de semences produits au Sud des Etats-Unis ont manifesté une tendance à produire des plantes plus hautes et plus susceptibles aux dégâts dûs à l'hiver. Des découvertes similaires ont été signalées quant aux variétés de luzerne Narragansett et Vernal lorsqu'elles ont été cultivées au Mexique où les journées sont courtes. D'autres part, les lots de semences cultivées en Alaska et au Canada ont produit un nombre réduit de plantes assez hautes et un plus grand nombre de petites plantes présentant un mode de croissance "rosette". Comme autre exemple, nous citons le trèfle Ladino, de la variété Pilgrim, dont vingt et un clone parental ont exhibé une large gamme de précocité et de persistance de floraison, cette variabilité était d'autant plus grande que les journées étaient plus courtes. Dans des conditions pareilles, les clones contribuent de façon disproportionnée au développement de cette variété synthétique.

Durant le processus de production de semences, les méthodes de gestion peuvent également altérer le complexe génétique d'une variété d'herbes ou de légumineuses à pollinisation ouverte. Chez le trèfle rouge, variété Lasalle, on a observé des changements dans les proportions des divers types de plantes lorsque les semences étaient récoltées au premier printemps après le semis. Il y a eu une nette augmentation du nombre de types à floraison précoce et une diminution correspondante de la proportion des plantes à floraison tardive ou des plantes sans fleur.

Chez les espèces vivaces capables de produire des semences pour plusieurs années il ne faudrait les récolter qu'à partir de la première année après semis, la survie différentielle durant les années suivantes pouvant influencer sensiblement la contribution génétique de chaque plante.

Bien qu'il soit possible de produire les semences certifiées avec grand succès en dehors de la zone d'adaptation, la stabilité génétique et la performance de la variété peuvent être mieux maintenues lorsque les semences sont produites dans des conditions identiques à celles où la variété a été développée. Par conséquent, il faudrait toujours produire les semences à l'intérieur de leurs zones d'adaptations.

## **Les problèmes se rapportant à l'agronomie de la production de semences**

Les plantes fourragères ont été sélectionnées en premier lieu pour leur capacité à produire une grande quantité de matière sèche. Ainsi, les pratiques agronomiques de la production de semences d'un type donné de plantes fourragères diffèrent énormément de celles utilisées pour la production de fourrages à partir de la même plante. Par exemple, pour la plupart des plantes fourragères, il a été montré que la culture en lignes (ou rangées) produisait plus de semences que la culture dense. Du point de vue économique, une culture fourragère destinée à la production de semences peut s'avérer beaucoup plus rémunératrice qu'une autre destinée à la production de fourrages. D'habitude, on a recours aux pratiques agronomiques comme l'irrigation et l'utilisation massive des engrais (probablement non-justifiées lorsqu'une espèce donnée est cultivée pour la production de fourrages) pour augmenter la production des semences.

Les herbes et les légumineuses fourragères sont cultivées en vue de produire les semences dans des conditions climatiques et pédologiques très diverses, chaque espèce ayant des besoins agronomiques spécifiques. On ne peut donc avancer que les quelques directives générales suivantes concernant le semis, la culture et la récolte des plantes destinées à la production de semences:

*Date du semis:* Pour les herbes et les légumineuses cultivées en vue de produire des semences, il convient de semer aux mêmes dates habituellement repérées pour obtenir les meilleures récoltes de fourrages.

*Taux d'ensemencement:* En général, chez les semences d'herbes, il suffit de 25 graines viables par pied (1 graine/cm). De même, une plante établie par pied (ou bien une plante/30 cm) donne une récolte assez suffisante pour produire des rendements maximums. Les taux d'ensemencement de la plupart des légumineuses sont beaucoup plus bas lorsqu'il s'agit de produire des semences plutôt que du fourrage.

*Culture dense vis à vis culture en ligne:* De l'aveu général, la culture en ligne est plus avantageuse que les plantations denses pour maximiser la production de semences de nombreuses plantes fourragères. La culture en ligne possède de nombreux avantages: moins de semences par hectare sont requis, la lutte contre et l'élimination des mauvaises herbes est simplifiée, nombreuses espèces produisent une plus grande quantité de semences pendant une période plus longue.

*La mise d'engrais:* Des niveaux favorables de fertilité sont essentiels pour une production logiquement réussie de semences d'herbes et de légumineuses. Il est nécessaire d'administrer des quantités modérées ou massives d'azote pour pouvoir obtenir une production économiquement rentable de semences

d'herbes. Qu'elles soient cultivées pour leurs semences ou pour le fourrage, les fourragères ont les mêmes besoins nutritifs généraux. L'administration d'oligoéléments comme le bore et le manganèse est souvent nécessaire pour maintenir les meilleures conditions de production de semences.

*La pollinisation:* Chez les plantes fourragères comme la luzerne dont la pollinisation se produit par l'intermédiaire des insectes, celle-ci est un facteur clé pour achever une production réussie de semences. De même, tous les facteurs qui conduisent à une abondance d'insectes pollinisateurs actifs favorisent une bonne production de semences. Aux Etats-Unis, dans la zone de production de luzerne, il faut employer autant que 8 à 10 colonies d'abeilles par hectare pendant la période de pleine floraison.

*La récolte:* C'est une des étapes les plus critiques de la production de semences de plantes fourragères. Bien que chez certaines espèces la viabilité des semences soit atteinte 7 à 13 jours suite à l'anthèse, la teneur en eau des semences est encore élevé à ce stade tandis que le poids de 1000 semences est réduit. Si les semences sont récoltées à ce stade, la respiration durant le stockage pourrait produire assez de chaleur qui risque de réduire leur viabilité. D'autre part, si la récolte est retardée, les pertes occasionnées par l'égrenage peuvent augmenter jusqu'à 70 % pour certaines espèces. La verse précoce contribue également à réduire le rendement en semences. Il a été récemment démontré que l'application des produits phytosanitaires en prévention contre la verse augmente jusqu'à 50 % les rendements en semences de certaines herbes fourragères. Ceci est dû au fait que la plante arrive à convertir une plus grande proportion de son rendement total en matière sèche, en production de semences.

Depuis 1950, l'emploi des déssiccants par pulvérisation avant les récoltes a considérablement aidé les cultivateurs de semences à éliminer certains problèmes qui se présentent à la récolte. Ces pulvérisations provoquent un flétrissement et un désséchage assez rapide des feuilles, ce qui permet de récolter les gousses ou les épis avant qu'ils ne soient assez désséchés pour que les semences soient égrenées.

On peut éviter les pertes occasionnées par l'égrenage en sélectionnant pour une plus grande capacité de rétention de semences. Bien qu'il ait été possible d'identifier chez certaines espèces les génotypes dotés d'une abilité de rétention de semences, très peu d'attention a été accordée à ce problème.

*Le traitement de post-récolte:* Le fait de brûler, de tondre ou de pâturer influence le rendement des herbes fourragères en semences. En effet, brûler la chaume et la paille a fourni un excellent noyau de lutte contre de nombreuses maladies de feuille et d'inflorescences ainsi que les maladies portées par les semences. Chez certaines espèces, le fait de brûler en été stimule le nombre de tallées fertiles et augmente ainsi le rendement en semences. La tonte et le pâturage sont habituellement effectués juste après la

récolte des herbes cultivées pour leurs semences, bien que ces pratiques aient souvent un effet négatif sur le rendement en semences.

*La lutte contre les mauvaises herbes:* Elle est essentielle pour la production de plantes saines et fortes. Les mauvaises herbes établies dans une culture destinées à la production de semences entrent en compétition avec les plantes cultivées pour l'eau, les matières nutritives et la lumière. En plus, la contamination des semences par les mauvaises herbes peut provoquer le rejet du lot pour ce qui est de son usage commercial. Plusieurs graines de mauvaises herbes sont similaires du point de vue physique aux semences des plantes cultivées, leur élimination est donc difficile sinon impossible. Par conséquent, la lutte efficace contre les mauvaises herbes doit commencer par la sélection de champs relativement exempt de mauvaises herbes et se poursuivre jusqu'à ce que la culture soit récoltée et conditionnée pour enfin être commercialisée.

## **Bibliographie**

- Allard, R.W., Jain, S.K., and Workman, P.L. 1968. The genetics of inbreeding population. *Advances in Genetics* 14: 55- 131.
- Dobzansky, T. 1951. Mendelian populations and their evolution. Pages 573-589 in *Genetics and the 20th Century*. The McMillan Co., New York.
- Gaul, H. 1968. Studies on populations of micro-mutants in barley and wheat without and with selection. Pages 269-281 in *An All-Union Meeting on Distant Hybridization in Plants and Animals*, News Acad. Sci. White Russ. SSR: Ser. Biol. Sci. No. 4.
- Griffiths, D.J. 1952. Isolation requirement for seed production of cross pollinated forage crops. Pages 853-859 in *Proceedings of the Sixth International Grass Congress*.
- Smith, D. 1955. Influence of area of seed production on the performance of Range alfalfa. *Agronomy Journal* 47: 201-205.
- Smith, D. 1958. Performance of Narragansett and Vernal alfalfa from seed produced at diverse latitudes. *Agronomy Journal* 50: 226-229.

## La production de semences de plantes fourragères : Accent porté sur les espèces autopolinisées

---

**Ahmad E. Osman**  
*Programme d'Amélioration des Pâturages,  
Fourrages et Cheptels,  
ICARDA, BP. 5466, Alep, Syrie*

La production de semences de plantes fourragères est un processus complexe, étant donné que les diverses espèces possèdent des compositions génétiques différentes et ont souvent des besoins agronomiques différents. Ces espèces peuvent être groupées de la façon suivante:

*Les espèces multipliées végétativement:* Certaines espèces ou cultivars de plantes fourragères comme l'herbe de napier (*Pennisetum purpureum*) sont multipliés végétativement. On s'attend qu'une variété multipliée de cette façon présente uniquement une variabilité due à l'environnement sauf dans le cas où des mutations surviennent. La multiplication de ces variétés ne pose pas de problèmes génétiques, néanmoins, elle est assez onéreuse et les risques de maladies doivent être pris en considération.

*Les espèces autopolinisées:* Elles aboutissent génétiquement à une lignée pure qui n'est autre que la descendance obtenue par autofécondation d'une plante homozygote. Théoriquement, une telle variété se comporte comme un cultivar (clone) à multiplication végétative et en diffère uniquement par le fait que les génotypes d'une lignée pure sont tous homozygotes tandis que ceux d'un clone peuvent être soit homozygote soit hétérozygotes. Des problèmes peuvent survenir du fait des mutations et/ou durant la sélection et la multiplication.

*Les espèces à pollinisation croisée:* Elles sont caractérisées par une grande variabilité génétique qui apparaît à l'intérieur de la population même, la nature du système de conjugaison conduit à un haut niveau d'hétérozygotie. (La pollinisation croisée est discutée ailleurs dans ce document).

Un autre problème se pose lors de la production de semences de plantes fourragères: le fait que les fourrages sont principalement sélectionnés pour leur capacité de produire un assez haut rendement en matière sèche, ce qui

implique que le rendement en semences peut exiger une sélection de type différent. Les pratiques agronomiques en cours pour la production de semences sont donc souvent très différentes de celles utilisées pour la production de fourrages à partir de la même plante. Ceci est présenté dans le tableau 1.

Tableau 1. Différences entre les pratiques agricoles en cours pour la production de semences ou de fourrages.

Traitement	Production de fourrages	Production de semences
Population de plantes	Dense	Clairsemée
Mise de grandes quantités d'engrais, d'eau en irrigation, d'herbicides	Peu justifiée	Plus justifiée à cause de la rentabilité économique élevée
Désherbage	Quelques herbes sont tolérées si elles sont comestibles	Essentiel pour maintenir la pureté des semences sans considération aucune de la nature des mauvaises herbes
Plantation en lignes	Non essentielle	Essentielle pour le désherbage

En plus, une plante fourragère (une légumineuse en particulier) cultivée pour ses semences pourrait nécessiter des intrants supplémentaires; par exemple, la provision d'insectes pollinisateurs pourrait être nécessaire pour maximiser le rendement en semences de certaines espèces/cultivars de légumineuses du fait des taux élevés de croisement naturel et de taux réduits d'autofécondation. Bohart (1960) a résumé les caractéristiques de fertilité et de pollinisation de quelques légumineuses fourragères (tableau 2).

### Déficit alimentaire et pâturages naturels

Les pâturages naturels au Moyen Orient et en Afrique du Nord ont fourni historiquement 70 à 80 % des aliments de bétail (FAO 1972). Pourtant, durant les deux dernières décennies, ces ressources naturelles ont souffert d'une grande détérioration qui ne leur permet plus de contribuer comme précédemment aux besoins alimentaires du bétail.

Actuellement, le déficit alimentaire est d'autant plus aigu durant les derniers mois d'été et les premiers mois d'hiver (Fig. 1). Le bétail doit quitter les zones de culture durant les périodes de déficit en aliments de bétail, se diriger vers les pâturages naturels et y rester jusqu'au temps des moissons. C'est alors seulement qu'il lui serait permis de retourner aux zones de culture pour se nourrir des restes des plantes.

Tableau 2. Caractéristiques de fertilité et de pollinisation de certaines légumineuses fourragères.\*

Genres/Espèces	Croisement naturel	Auto fertilité	Auto pollinisation
<u>Trifolium</u>			
<u>incarnatum</u>	fréquent	fréquente	faible
<u>pratense</u>	fréquent	faible	faible
<u>repens</u> (blanche)	fréquent	faible	faible
<u>repens</u> (ladino)	fréquent	faible	faible
<u>hybridum</u>	fréquent	faible	faible
<u>Medicago</u>			
<u>sativa</u>	fréquent	faible	faible
<u>falcata</u>	fréquent	faible	faible
<u>lupulina</u>	faible	fréquente	fréquente
<u>Melilotus</u>			
<u>alba</u>	fréquent	fréquente	modérée
<u>officinalis</u>	fréquent	faible	faible
<u>indica</u>	modéré	fréquente	fréquente
<u>Vicia</u>			
<u>vilosa</u>	fréquent	fréquente ?	faible ?
<u>sativa</u>	faible	fréquente	fréquente
<u>atropurpurea</u>	faible	fréquente	fréquente
<u>Lespedeza</u>			
espèce annuelle	faible	fréquente	fréquente
espèce vivace	fréquent	faible	faible
<u>Lotus</u>			
<u>corniculatus</u>	fréquent	faible	faible

\* Source : Bohart 1960.

Le remède au problème du déficit en aliments de bétail et qui aurait en même temps un impact favorable sur les pâturages naturels consiste à encourager la production intensive de fourrages et de pâturages sur les terres arables disponibles. Les agriculteurs de la région cultivent les céréales d'hiver en rotation toutes les deux années (céréales/jachère). Ils cultivent annuellement 50 % des terres arables disponibles laissant le reste, plus de 35 millions d'ha, en jachère.

Les fourrages convenables, en particulier les légumineuses peuvent être cultivées en vue de produire des aliments de bétail. Certaines de ces légumineuses comme les vesces et le pois sont plus appropriées à la production de foin, tandis que d'autres comme la médic annuelle sont plus appropriées pour le pâturage.

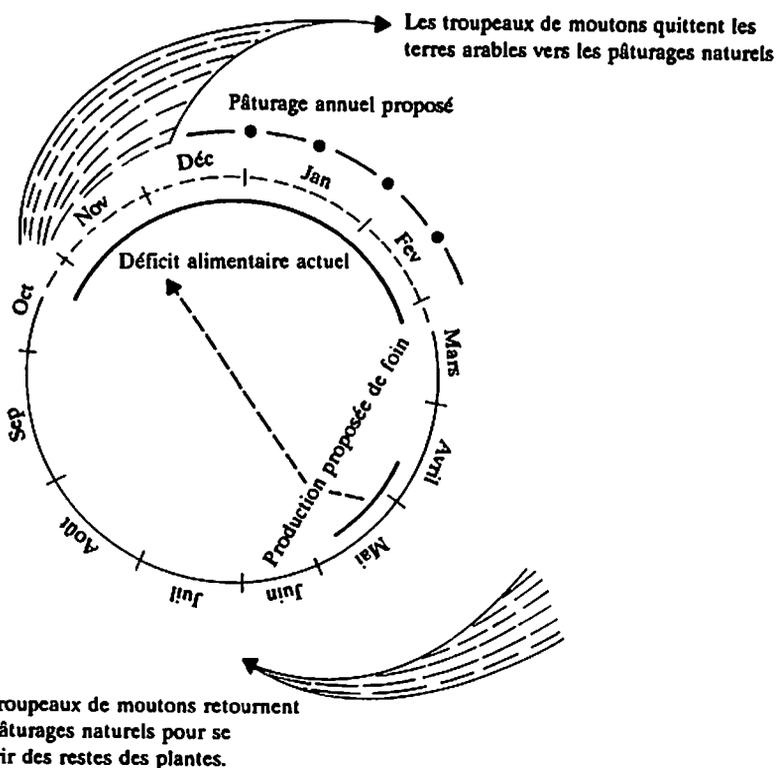


Fig.1 Cycle annuel de déplacement des moutons et d'approvisionnement en aliments de bétail.

### Les pâturages de medic et la production de semences

La medic annuelle est une plante de pâturage, développée pour être cultivée en alternance avec les céréales de façon à fournir l'herbe une année sur deux (Fig. 2).

Le procédé de production de semences de medic annuelle commence par le choix d'une espèce adaptée qui s'intègre facilement au système de culture céréale/medic.

Les caractéristiques importantes comportent:

1. Une dormance convenable durant la phase céréalière de la rotation (deuxième année) pour éviter une germination excessive de medic.
2. Une adaptation aux conditions pédologiques et climatiques, y compris la capacité de produire des nodules et de fixer l'azote atmosphérique.
3. L'absence de maladies.
4. Une grande production de semences afin de créer dans le sol une réserve de semences suffisante pour les générations futures.

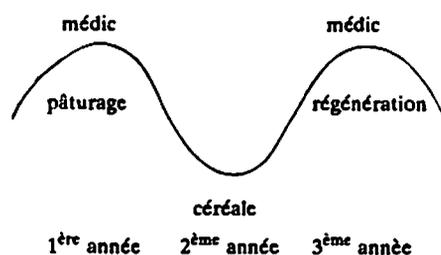


Fig.2. Rotation annuelle médic/céréale.

Les semences de médic sont de dimension très petite. Il faut prendre ce fait en compte pour le choix du terrain, la préparation du sol pour les semailles ainsi que la récolte.

#### *Type de sol*

La médic est adaptée aux sols neutres-alcalins mais les sols lourds qui se fissurent rendent la récolte assez difficile. En effet, trop de gousses tombent dans les fissures.

#### *La préparation du sol*

Le sol doit être bien nivelé et débarrassé des mauvaises herbes, résultat assuré par les opérations de labour et de nivellement exécutés au début de la saison.

#### *La culture*

Au nord de la Syrie, on sème habituellement tout de suite après les premières pluies (en Novembre), lorsqu'il y a assez d'humidité dans le sol pour permettre aux semences de germer rapidement. Les plantations superficielles à 1 ou 2 cm de profondeur de sol sont essentielles à la production de la médic. Ce résultat est obtenu lorsque le semoir est ajusté à la profondeur de plantation voulue. Il est également possible de semer superficiellement à la volée, suivie d'une lamination du sol. Cependant, on préfère les semis en lignes pour faciliter plus tard les opérations de désherbage.

#### *La mise d'engrais*

Les sols devraient être naturellement riches en éléments nutritifs essentiels sinon les apports d'engrais seraient nécessaires. Il est de l'aveu général que les sols du Moyen Orient et de l'Afrique du Nord sont carentes en phosphore. Néanmoins, cette carence peut être corrigée par l'administration de 40 à 60 kg de  $P_2O_5$ /ha lorsque la médic est ensemencée.

#### *Inoculation des semences*

Dans les zones où la médic est cultivée pour la première fois, il convient d'inoculer les semences avec une souche appropriée de rhizobium en vue d'assurer le bon établissement de la culture.



Fig. 3. Un champs de médic.

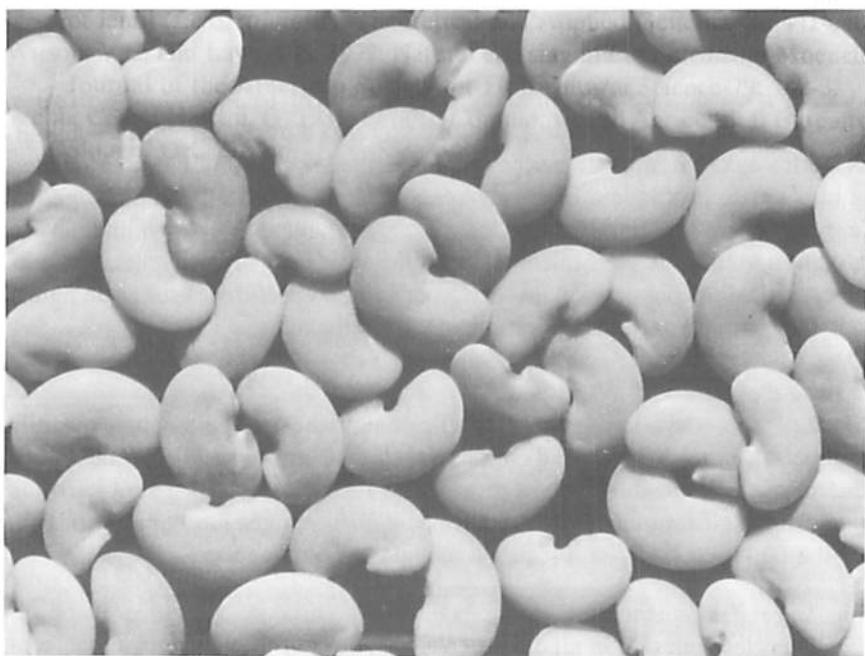


Fig. 4. Les semences de médic.

### *Le pâturage*

Selon la saison et l'état d'établissement des plantes, le médic peut être légèrement pâturée par les moutons au début de la saison. Il faudrait cependant arrêter le pâturage dès que les plantes commencent à fleurir.

### *La lutte contre les mauvaises herbes*

On peut procéder au désherbage manuel ou au travail du sol entre les lignes. Les herbicides appropriés tels que les tueurs d'herbes pourraient être administrés au moment opportun pour supprimer la population de mauvaises herbes. Les mauvaises herbes entrent en compétition avec les plantes pour l'eau et les matières nutritives. En outre, il est très difficile de séparer les graines de mauvaises herbes et les semences de médic récoltées ensemble à cause de leur très petite dimension.

### *La récolte*

Au moment des récoltes, lorsque toutes les parties de la plante sont suffisamment sèches, les restes (tubin) composés de branches et de tiges sèches, sont récoltés à l'aide de faucheuses montées sur le côté du tracteur. Pour les petites surfaces, il convient d'utiliser des machines à traction manuelle équipées de lames alternées, ce qui permet également de répandre les gousses sur le sol.

### *Le laminage*

Suite aux récoltes, un rouleau approprié est trainé sur les plantes, ce qui permet de répandre les gousses, de niveler le sol et de ramasser plus facilement les gousses.

### *Le battage des gousses*

Sur les petites surfaces, les gousses peuvent être balayées, ramassées et battues en trois étapes différentes. Pour les grandes surfaces destinées à la production commerciale, une moissonneuse-batteuse telle que le Harwood Bagshaw, une machine conçue pour le commerce, peut balayer (par aspiration), ramasser, battre et nettoyer les semences de médic en une seule opération. De cette manière, on arrive à moissonner en cinq heures un champs de médic de 10 ha. Avant de procéder à la récolte d'un nouveau cultivar, il faut nettoyer parfaitement la machine afin d'éviter tout mélange de semences.

## **Bibliographie**

- Bohart, G.E. 1960. Insect pollination of forage crops. *Advances in Agronomy* 12: 72-88.
- Food and Agriculture Organization. 1972. Near East regional study: Animal husbandry, production and health, fodder production and range management in the Near East, and FAO's policies and plans for promoting the animal industry. Rome, Cairo.

## Liste de publications utiles aux spécialistes de semences

---

Recueillie par

**W.J. van der Burg**  
*Station Gouvernementale  
d'Essais de Semences,  
Wageningen,  
Les Pays-Bas*

et

**A.J.G. van Gastel**  
*Coopération Internationale,  
ICARDA,  
Alep,  
Syrie*

La plupart des documents publiés par les organisations internationales sont disponibles en plusieurs langues.

### Généralités

- Agrawal, R.L. 1980. Seed technology. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi, India.
- Boyce, K. 1981. Introduction to seed science and technology. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Chin, H.F., Enoch, I.C. and Raja Harun, R.M. 1977. Seed technology in the tropics. University Pertanian Malaysia, Serdang, Malaysia.
- Copeland, L.O. and McDonald, M.B. 1985. Principles of seed science and technology. Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota, USA.
- Douglas, J.E. (ed.) 1980. Successful seed programs. A planning and management guide. Westview Press, Boulder, Colorado, USA.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1961. Agricultural and horticultural seeds. Their production, control and distribution. FAO, Rome, Italy.
- FAO (Food and Agriculture Organisation). 1981. FAO seed review 1979-80. FAO, Rome, Italy.
- Feistritzer, W.P. and Kelly, A.F. (eds.) 1978. Improved seed production. A manual on the formulation, implementation and evaluation of seed programmes and seed projects. FAO, Rome, Italy.
- Feistritzer, W.P. and Redl, H. (eds.). 1975. The role of seed science and technology in agricultural development. Proceedings of an international symposium, October 1973, Vienna, Austria. FAO, Rome, Italy.

- Feistritzer, W.P. (eds.). 1982. Seeds. Proceedings FAO/SIDA technical conference on improved seed production, June 1981, Nairobi, Kenya. FAO, Rome, Italy.
- Holmes, J.C. and Tahir, W.M. (eds.). 1983. More food from better technology. FAO, Rome, Italy.
- ISTA (International Seed Testing Association). 1983. Seed Science and Technology 1983. 11(1). Seed technology in the tropics. ISTA, Zurich, Switzerland.
- Spits, R. (eds.). 1975. Case studies on seed industry development of eight selected countries. FAO, Rome, Italy.
- Srivastava, J.P. and Mertin, J.V. (eds.). 1982. Seed production. Proceedings Seed Production Symposium, March 1981, ICARDA, Aleppo, Syria.
- Thompson, J.R. 1979. An introduction to seed technology. Leonard Hill, Glasgow, WK.
- USDA 1961. Seeds. The yearbook of agriculture 1961. United States Department of Agriculture, Washington DC, USA.
- Van Amstel, H. and Van Gastel, A.J.G. 1985. Seed programmes for ACP countries. Present situation and future prospects. Seed Seminar, October 1985, Yaounde, Cameroon. CTA, Ede, The Netherlands.

## **La production de semences**

- Doerfler, T. 1976. Seed production guide for the tropics. GTZ, Eschborn, Federal Republic of Germany.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1982. Technical guideline on sorghum and millet seed production. FAO, Rome, Italy.
- Feistritzer, W.P. (ed.). 1975. Cereal seed technology. A manual of cereal seed production, quality control, and distribution. FAO, Rome, Italy.
- Feistritzer, W.P. (ed.). 1982. Technical guideline for maize seed technology. FAO, Rome, Italy.
- George, R.A.T. 1980. Vegetable seed technology. A technical guide of vegetable seed production, processing, storage and quality control. FAO, Rome, Italy.
- George, R.A.T. 1985. Vegetable seed production. Longman, London, UK.
- Griffiths, D.J., Roberts, H.M., Lewis, J., Stoddart, J.L. and Bean, E.W. 1978. Principles of hybrid seed production. Welsh Plant Breeding Station, Aberystwyth, UK.
- Hebblethwaite, P.D. (ed.). 1980. Seed production. Butterworth, London, UK.
- Humphreys, L.R. 1979. Tropical pasture seed production. FAO, Rome, Italy.
- Judd, B.I. 1979. Handbook of tropical forage grasses. Garland STPM Press, New York, USA.
- Jungenheimer, R.W. 1976. Corn. Improvement, seed production, and uses. John Wiley and Sons, New York, USA.
- Skerman, P.J. 1977. Tropical forage legumes. FAO, Rome, Italy.

- Tindall, H.D. 1983. *Vegetables in the tropics*. Macmillan Press, London, UK.
- Wellving, A.H.A. 1984. *Seed production handbook of Zambia*. AB Falths Tryckeri, Varnamo, Sweden.

### **Le conditionnement et l'entreposage**

- Chin, H.F. and Roberts, E.H. 1980. *Recalcitrant crop seeds*. Tropical Press, Kuala Lumpur, Malaysia.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1981. *Cereal and grain-legume seed processing. Technical guidelines*. FAO, Rome, Italy.
- Gregg, B.R., Law, A.G., Viridi, S.S. and Balis, J.S. 1970. *Seed processing*. Avion Printers, New Delhi, India.
- Gregg, B.R. 1984. *Conditioning and storage of seed in the tropics*. Extension Bulletin no. 28, Food and Fertilizer Technology Center, Taiwan, China.
- Hall, D.W. 1970. *Handling and storage of food grains in tropical and subtropical areas*. FAO, Rome, Italy.
- Hall, C.W. 1975. *Drying farm crops*. AVI Publishing Company, Westport, Connecticut, USA.
- Harrington, J.F. and Doublas, J.E. 1970. *Seed storage and packaging. Applications for India*. National Seeds Corporation and Rockefeller Foundation, New Delhi, India.
- ISTA (International Seed Testing Association). 1973. *Seed Science & Technology 1973*, 1(3). Seed storage and drying. ISTA, Zurich, Switzerland.
- ISTA (International Seed Testing Association). 1977. *Seed Science & Technology 1977*, 5(2). Seed cleaning and processing. ISTA, Zurich, Switzerland.
- ISTA (International Seed Testing Association). 1980. *Seed Science & Technology 1980*, 8(4). Flower seeds. ISTA, Zurich, Switzerland.
- Justice, O.L. and Bass, J.H. 1979. *Principles and practices of seed storage*. Castle House, Turnbridge Wells, UK.
- Vaughan, C.E., Gregg, B.R. and Delouche, J.C. 1968. *Seed processing and handling*. Seed Technology Laboratory, Mississippi State University, Mississippi, USA.

### **La commercialisation**

- FAO (Food and Agriculture Organization). 1979. *Fertilizer distribution and credit schemes for small-scale farmers*. Fertilizer Bulletin no.1. FAO, Rome, Italy.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (In prep.). *Guidelines on the organization of national seed campaigns*, FAO, Rome, Italy.

- Gregg, B.R. 1983. Seed marketing in the tropics. *Seed Science and Technology* 11: 129-148.
- Law, A.G., Gregg, B.R., Young, P.B. and Chetty, P.R. 1971. Seed marketing. National Seeds Corporation and US AID, New Delhi, India.

## **Le contrôle de la qualité des semences**

### **La description des variétés**

- Herath, E. 1976. Guide for vegetable variety trials. German agricultural team. M.D. Gunasena and Co., Colombo, Sri Lanka.
- Hervey-Murray, C.G. 1980. The identification of cereal varieties. RHM Arabe Services. University Press, Cambridge, UK.
- International Union for the Protection of New Varieties of Plants. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability (available for many different species). UPOV, Geneva, Switzerland.
- Milatz, R. 1970. Kriterien der Getreidearten einschliesslich Mais und ihre Bewertung zur Sortenidentifizierung. Verband Deutscher Planzenzuechter e.V., Bonn, Federal Republic of Germany.

### **Les essais de semences**

- Association of Official Seed Analysts 1983. Seed vigor testing handbook. ADSA, Boise, Id., USA.
- Association of Official Seed Analysts. 1984. Rules for testing seeds. *Journal of Seed Technology* 6:1-125.
- Bekendam, J. and Grob, R. 1979. Handbook for seedling evaluation. ISTA, Zurich, Switzerland.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1983. Technical guidelines for cereal seed testing. FAO, Rome, Italy.
- Felfoldi, E.M. 1983. Handbook of pure seed definitions. ISTA, Zurich, Switzerland.
- Grabe, D.F. 1970. The tetrazolium testing handbook for agricultural seeds. Handbook on seed testing. AOSA, Boise, Id., USA.
- International Seed Testing Association. 1982. A multilingual glossary of common plant names I. Field crops, grasses and vegetables. ISTA, Zurich, Switzerland.
- International Seed Testing Association. 1983. ISTA list of stabilized plant names. ISTA, Zurich, Switzerland.
- International Seed Testing Association. 1984 Survey of equipment and supplies for seed testing. ISTA, Zurich, Switzerland.
- International Seed Testing Association 1985. International rules for seed testing. Rules 1985. *Seed Science and Technology* 13: 299-355.

- International Seed Testing Association 1985. International rules for seed testing. Annexes 1985. *Seed Science and Technology* 13:356-513.
- Moore, R.E. (ed.). 1981. Handbook on tetrazolium testing, ISTA, Zurich, Switzerland.
- Perry, D.A. (ed.). 1981. Handbook on vigour test methods. ISTA, Zurich, Switzerland.
- Ulvinen, O., Voss, A., Baekgaard, H.C. and Terning, P.E. 1973. Testing for genuineness of cultivar. Handbook of seed testing. ISTA, Zurich, Switzerland.
- USDA 1952. Manual for testing agricultural and vegetable seeds. Agriculture Handbook No. 30. US Government Printing Office, Washington DC, USA.
- Van der Burg, W.J., Bekendam, J., Geffen, A. and Heuver, M. 1983. Project seed laboratory 2000-5000. *Seed Science and Technology* 11:157-227.

#### **Les mauvaises herbes**

- Abu-Jrmaileh, B. 1984. Weeds of Jordan. University of Amman, Amman, Jordan.
- Behrendt, S. and Hanf, M. 1979. Grass weeds in world agriculture, BASF A.G., Ludwigshafen, Federal Republic of Germany.
- Bischof, F. 1978. Common weeds from Iran, Turkey, the Near East and North Africa. GTZ, Eschborn, Federal Republic of Germany.
- Chaudhary, S.A. and Revri, R. 1983. Weeds of North Yemen. GTZ, Eschborn, Federal Republic of Germany.
- Delorit, R.J. 1970. Illustrated taxonomy manual of weed seeds. Agronomy Publications, River Falls, Wisconsin, USA.
- Edgecombe, W.S. 1970. Weeds of Lebanon. AUB, Beirut, Lebanon.
- Haefliger, E., Kuehn, U., Haemet-Ahti, L., Cook C.D.K., Faden, R. and Speta, F. 1982. Monocot weeds III. Documenta CIBA-GEIGY, Basel, Switzerland.
- Haefliger, E. and Scholz, H. 1980. Grass weeds I. Weeds of the subfamily Panicoideae. Documenta CIBA-GEIGY, Basel, Switzerland.
- Haefliger, E. and Scholz, H. 1981. Grass weeds II. Weeds of the subfamilies Chloridoideae, Pooideae, Oryzoideae, Documenta CIBA-GEIGY, Basel, Switzerland.
- Holm, L.G., Plucknett, D.L., Pancho, J.V., Herberger, J.P. 1977. The world's worst weeds. The University Press of Hawaii, Honolulu, Hawaii.
- Ivans, G.W. 1967. East African weeds and their control. Oxford Press, Nairobi, Kenya.
- Musil, A.F. 1980. Identification of crop and weed seeds. Castle House, Turnbridge Wells, UK.
- Sauerborn, E. and Sauerborn, J. 1985. Wichtige Unkrautarten der Tropen und Subtropen. Beschreibungen und Abbildungen. Plits 3.

## **L'état phytosanitaire des semences**

- Agrawal, V.K. 1981. Seed-borne fungi and viruses of some important crops. Research Bulletin 108, Pantnagar University, Uttar Pradesh, India.
- Alexopoulos, C.J. and Mims, C.W. 1979. Introductory mycology. John Wiley and Sons, New York, USA.
- Barnett, H.L. and Hunter, B.B. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Burgess Publishing Company, Minneapolis, USA.
- Bos, L. 1978. Symptoms of virus diseases in plants. Pudoc, Wageningen, The Netherlands.
- Commonwealth Mycological Institute. 1983. Plant pathologist's pocketbook. CAB, Slough, UK.
- De Tempe, J. 1979. Introduction to methods of seed health testing. Seed Science and Technology 7:601-639. (also Section 1.2 of Handbook on Seed Health Testing. ISTA, Zurich, Switzerland).
- European Plant Protection Organization (upgraded regularly). Data sheets on quarantine organisms. EPPO, Paris, France.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (In prep.). Guidelines on plant introduction and seed health testing. FAO, Rome, Italy.
- International Seed Testing Association (regularly updated). Handbook on seed health testing, Section 2, Working sheets. ISTA, Zurich, Switzerland.
- Krantz, J., Schmutterer, H., Koch, W. 1977. Diseases, pests and weeds in tropical crops. John Wiley and Sons, Chichester, UK.
- Mai, W.F. and Lyon, H.H. 1975. Pictorial key to genera of plant-parasitic nematodes. Comstock Publishing Associates, London, UK.
- Malone, J.P. and Muskett, A.E. 1964. Seed-borne fungi. Proceedings of the International Seed Testing Association 29: 179-384.
- Mathre, D.E. 1982. Compendium of Barley Diseases. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minn., USA.
- Ncergaard, P. 1977. Seed pathology, Vol. I and II. The Macmillan Press, London, UK.
- Nienhaus, F. 1981. Virus and similar diseases in tropical and subtropical areas. GTZ, Eschborn, Federal Republic of Germany.
- Richardson, M.J. 1979. An annotated list of seed-borne diseases. CMI, Kew, UK. (also Section 1.1 of Handbook on Seed Health Testing. ISTA, Zurich, Switzerland).
- Richardson, M.J. 1981. Supplement 1 to An annotated list of seed-borne diseases. CMI, Kew, UK. (also supplement to Section 1.1 of Handbook on Seed Health Testing. ISTA, Zurich, Switzerland).
- Richardson, M.J. 1983. Supplement 2 to An annotated list of seed-borne diseases. CMI, Kew, UK. (also supplement to Section 1.1 of Handbook on Seed Health Testing. ISTA, Zurich, Switzerland).
- Schaad, N.W. (ed.). 1980. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minn., USA.

- Wiese, M.V. 1977. Compendium of wheat diseases. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minn., USA.
- Zillinsky, F. 1983. Common diseases of small grain cereals. A guide to identification. CIMMYT, Mexico D.F., Mexico.

## **La certification des semences**

- Anonyme. 1972. Field inspection manual. National Seeds Corporation and Rockefeller Foundation, New Delhi, India.
- Anonyme. 1972. A handbook for seed inspectors. National Seeds Corporation, New Delhi, India.
- Association of Seed Certifying Agencies. 1981. AOSCA certification handbook. AOSCA, Clemson, South Carolina, USA.
- Douglas, J.E. 1976. Seed certification manual, National Seeds Corporation and Rockefeller Foundation. New Delhi, India.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1984. Expert consultation on seed certification. FAO, Rome, Italy.
- Organization for Economic Cooperation and Development. 1971. Guide to the methods used in plot tests and to the methods of field inspection of cereal seed crops. Proceedings of the International Seed Testing Association 36: 495-519.
- Organization for Economic Cooperation and Development. 1971. Guide to the methods used in plot tests and to the methods of field inspection of herbage seed crops. Proceedings of the International Seed Testing Association 36(1971): 421-469.
- Organization for Economic Cooperation and Development. 1977. OECD scheme for the varietal certification of herbage and oil seed moving in international trade. OECD, Paris, France.
- Organization for Economic Cooperation and Development. 1977. OECD scheme for the varietal certification of cereal seed moving in international trade. OECD, Paris, France. (also Proceedings of the International Seed Testing Association 36:471-494).
- Organization for Economic Cooperation and Development. 1977. OECD scheme for the varietal certification of sugar beet and fodder beet seed moving in international trade. OECD, Paris, France.(also Proceedings of the International Seed Testing Association 36(1971): 521-546).
- Organization for Economic Cooperation and Development. 1977. OECD scheme for the varietal certification of maize seed moving in international trade. OECD, Paris, France.
- Organization for Economic Cooperation and Development. 1977. OECD scheme for the varietal certification of vegetable seed moving in international trade. OECD, Paris, France.
- Organization for Economic Cooperation and Development. 1977. OECD scheme for the varietal certification of subterranean clover and similar species moving in international trade. OECD, Paris, France.

## **Les législations se rapportant aux semences**

- Bombin-Bombin, L.M. 1980. Seed legislation. Legislative study no. 16. FAO, Rome, Italy.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1969. Control of production and distribution of seed. Technical guideline for seed legislation. FAO, Rome, Italy.
- ISTA (International Seed Testing Association). 1967. Proceedings of the ISTA, 1967 32(2). Seed legislation. ISTA, Zurich, Switzerland.

## **Autres publications**

- Barton, L.V. 1961. Seed preservation and longevity. Leonard Hill, London, UK.
- Brickell, C.D. (ed.). 1980. International code of nomenclature of cultivated plants 1980. Regnum Vegetabile 104. Bohn, Scheltema and Holkema, Utrecht, The Netherlands.
- Purseglove, J.W. 1968. Tropical crops. Dicotyledons. Longman, London, UK.
- Purseglove, J.W. 1972. Tropical crops. Monocotyledons. Longman, London, UK.
- Roberts, E.H. 1972. Viability of seeds. Chapman and Hall, London, UK.
- Sgaravatti, E. 1980. World list of seed sources. FAO, Rome, Italy.
- Stafleu, F.A. (ed.). 1978. International code of botanical nomenclature. Regnum Vegetabile 97. Bohn, Scheltema and Holkema, Utrecht, The Netherlands.

## **Les principaux journaux scientifiques**

- Advances in Research and Technology of Seeds. PUDOC, Wageningen, The Netherlands.
- Journal of Seed Technology. AOSA, Boise, Idaho, USA.
- Seed Abstracts. CAB, Slough, UK.
- Seed Research. Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India.
- Seed Science and Technology. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.
- Tropical Stored Products Information. Blackwell Scientific Publications Ltd., Oxford, UK.

## **Papier-journaux, Bulletins, etc.**

- News Bulletin of The International Seed Testing Association. ISTA, Zurich, Switzerland.

**Newsletter of The Association of Official Seed Analysts. AOSA, Boise, Idaho, USA.**

**Seed Pathology News. Contributions from Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries. Copenhagen, Denmark.**

**Seed Problems-Newsletter IUFRO. Swedish University of Agricultural Sciences, Umea, Sweden.**

**Seed Tech. News. Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India.**

