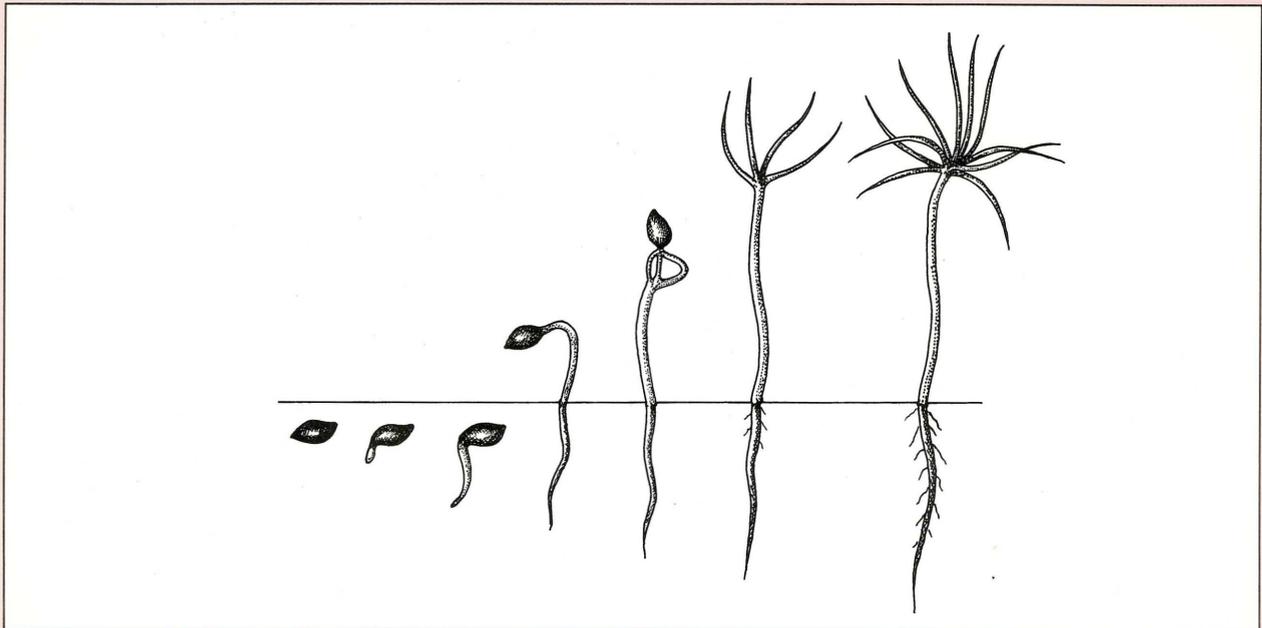




Guide des essais de semences forestières en laboratoire

D.G.W. Edwards, B.S.P. Wang et P.A. Boross
Institut forestier national de Petawawa • Rapport d'information PI-X-110F



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Service canadien
des forêts

Canadian Forest
Service

Canada

GUIDE DES ESSAIS DE SEMENCES FORESTIÈRES EN LABORATOIRE

D.G.W. Edwards¹, B.S.P. Wang² et P.A. Boross²

¹ Pacific Forestry Centre, Victoria, British Columbia

² Institut forestier national de Petawawa, Chalk River, Ontario

Rapport d'information PI-X-110F
Institut forestier national de Petawawa
Service canadien des forêts

1994

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada, 1994
Numéro de catalogue Fo46-11/110-1994F
ISBN 0-662-99546-5
ISSN 0228-0736
Imprimé au Canada

Il est possible d'obtenir sans frais des exemplaires de cette publication en communiquant avec :

Service canadien des forêts
Centre national de diffusion des publications
Institut forestier national de Petawawa
Chalk River (Ontario)
K0J 1J0

Téléphone : 613-589-2880

Des copies ou des microfiches de cette publication sont en vente à l'adresse suivante :

Micromédia Ltée
240, rue Catherine
Bureau, 305
Ottawa (Ontario)
K2P 2G8

The English version of this publication is also available under the title
A Training Guide for Laboratory Analysis of Forest Tree Seeds
from the Pacific Forestry Centre, Victoria, British Columbia.

Données de catalogage avant publication (Canada)

Edwards, D. G. W.

Guide des essais de semences forestières en laboratoire

(Rapport d'information ; PI-X-110F)

Comprend un résumé en anglais.

French version of: A training guide for laboratory
analysis of forest tree seeds (Pacific Forestry Centre,
Victoria, B.C.)

Comprend des références bibliographiques.

ISBN 0-662-99546-5

No. de cat. Fo46-11/110-1994F

1. Trees -- Seeds -- Testing -- Laboratory manuals.

2. Seeds -- Testing -- Laboratory manuals.

I. Wang, B. S. P.

II. Boross, P. A. (Pierre A.), 1953-

III. Institut forestier national de Petawawa.

IV. Coll.: Rapport d'information (Institut forestier
national de Petawawa) ; PI-X-110F.

SD401.7E38 1994

634.9'562

C95-980000-X

Tables des matières

<i>v</i>	Résumé/Abstract
<i>vi</i>	Avant-propos/Foreword
<i>vii</i>	Préface
1	Introduction générale à l'essai de semences
1	Objectifs
1	Responsabilités des personnes chargées de l'essai de semences
1	Normalisation des méthodes d'essais
2	Échantillonnage
2	Introduction
2	Objectifs de l'échantillonnage
2	Marche à suivre
2	Matériel et méthodes d'échantillonnage employés sur le terrain
3	Nombre d'échantillons à prélever
4	Poids de l'échantillon soumis à l'essai
4	Échantillonnage en laboratoire
5	Exercice 1
5	Questions
6	Analyse de pureté
6	Introduction
6	Marche à suivre
6	Calculs et présentation des résultats
7	Exercice 1
8	Exercice 2
8	Exercice 3
9	Questions
10	Détermination du poids de 1000 graines
10	Introduction
10	Marche à suivre
10	Dénombrement des échantillons
10	Calculs
11	Coefficient de variation
14	Exercice 1
15	Questions
16	Essai de germination
16	Introduction
16	Objectifs
16	Marche à suivre
17	Matériel et méthodes
17	Calculs et présentation des résultats
25	Exercice 1 - Introduction à l'essai de germination
25	Questions
27	Exercice 2 - Dénombrements provisoires
27	Questions

29	Exercice 3 - Dénombrement final - fin de l'essai de germination
30	Questions
31	Fiche de présentation des résultats
39	Règles à respecter au cours de l'essai de semences
40	Détermination de la teneur en eau
40	Introduction
40	Transport des échantillons
40	Exécution de l'essai
40	Dessiccation au four
40	Dessiccateur
40	Marche à suivre
41	Calculs
42	Exercice 1
43	Exercice 2
43	Questions
44	Essais rapides de la viabilité des semences
44	Introduction
44	Objectifs
44	Marche à suivre
46	Essai aux rayons X
46	Exercice 1 - Interprétation d'une radiographie
47	Exercice 2 - Évaluation du développement de l'embryon, des graines vaines et des graines endommagées par les insectes
49	Exercice 3 - Détermination du nombre de graines fraîches viables à la fin de l'essai de germination
50	Essai de germination
50	Exercice 4 - Évaluation de la faculté germinative d'un échantillon de graines
51	Essai au peroxyde d'hydrogène
51	Exercice 5 - Évaluation au peroxyde d'hydrogène d'un échantillon de graines
52	Essai au tétrazolium
52	Exercice 6 - Évaluation au tétrazolium d'un échantillon de graines
53	Exercice 7 - Évaluation aux rayons X d'un échantillon de graines
54	Questions
55	Réponses à la question 3 (dans la section «Analyse de pureté»)
56	Bibliographie
57	Formulaire de l'évaluation de l'atelier
30	Tableau 1 - Tables des limites de tolérance
32-38	Tableau 2 - Méthode d'évaluation de la faculté germinative des semences d'arbres et d'arbustes en laboratoire
3	Figure 1 - Organigramme de l'échantillonnage
18-20	Figure 2 à Figure 11. Photos d'embryons
21-22	Figure 12 à Figure 15. Dessins d'embryons
23-24	Figure 16 à Figure 21. Photos d'embryons

Résumé

Le présent document décrit des procédés détaillés des essais utilisés aux niveaux national ou international de même qu'un aperçu historique des essais de semences forestières au Canada.

Les essentiels et les exigences en matière d'essais, y compris des applications à de nombreuses espèces sont données. Des exercices viennent s'ajouter pour vérifier les connaissances théoriques et pratiques en ce qui a trait aux essais. Puisque le matériel englobe tous les procédés courants des essais des semences forestières et suit les directives de l'Association internationale d'essais de semences, le présent document peut s'avérer profitable pour tous ceux qui œuvrent dans le domaine.

Abstract

This publication describes detailed training guidelines of tree seed testing that are used at both national and international levels. An historical overview of tree seed testing in Canada is also given.

The basic requirements of testing are included along with applications to numerous species. Several exercises complete the text to verify theoretical and practical knowledge of testing. Because the material contains all the usual procedures of tree seed testing and follows guidelines of the International Tree Seed Testing Association, it forms an useful document for all those working in seed testing.

Avant-propos

Le manuel prend ses origines d'une série d'ateliers sur l'essai de semences forestières qui étaient une entreprise unique au Canada. Ces ateliers ont fourni de nombreux renseignements qui ont été mis à jour. Ainsi pouvons-nous partager le matériel d'instruction et les résultats avec tous ceux qui œuvrent dans le domaine des essais de semences forestières.

Foreword

The origin of this manual goes back to a series of workshops on forest tree seed testing, which was an unique undertaking of its kind in Canada. The workshops elucidated important information and experience; the information has been updated for this book so that the instruction material and the results could be shared with all those working in the field of tree seed testing.

Préface

L'emploi des essais s'avère essentiel en vue de gérer une banque de semences de manière efficace et économique pour les programmes de production de plantes ou d'ensemencement direct. Un tel test revête encore d'une plus grande importance pour les semences d'arbres forestiers, parce que la plupart des semences utilisées pour le reboisement sont obtenues encore des peuplements naturels, même si la provision de semences provenant des vergers à graines augmente rapidement. Le fait qu'il y a de différentes méthodes en ce qui concerne la récolte, l'entretien et le traitement ou l'entreposage des graines ne fait que multiplier cette variété. Or, les essais permettent d'estimer la valeur et le rendement potentiel des lots de semences peu importe leurs provenances, méthodes de collection ou traitements ultérieurs.

L'objectif principal des essais de semences est d'évaluer la qualité d'un lot de semences afin que l'on puisse calculer sa valeur pour la production de semis. Les essais de semences ne se déroulent pas sur le terrain, et les personnes qui font les essais ne tentent pas de recréer les mêmes conditions dans lesquelles l'ensemencement aura lieu. Les essais de semences doivent être exécutés selon des conditions et des procédés normalisés pour que les mêmes résultats puissent être obtenus dans un autre centre d'essais, dans les mêmes conditions et en se servant des mêmes méthodes. À l'élaboration des procédés et des conditions est incorporée l'expérience acquise d'une centaine de personnes ayant fait des essais au cours des années. Les résultats se traduisent par la meilleure méthodologie connue. Les essais ainsi mis au point assurent une mesure du meilleur rendement possible en semis.

Le reboisement au Canada a fait du progrès important depuis le début des années 60. Cependant, c'est seulement après 1978 que l'attention nationale s'est tournée vers les ressources de semences forestières au pays. Lors d'un atelier, tenu par le Service canadien des forêts (SCF) au sujet de la production de semences forestières et de l'amélioration des arbres, on a prévu une augmentation de 80 % quant aux besoins en matière de semences pour la décennie terminant en 1987 (Morgenstern et Carlson, 1979). Les participants de l'atelier ont fait, parmi d'autres, deux recommandations importantes. L'une était que Forêts Canada* soit décrété de faire autorité en matière d'essais de semences, selon la Loi relative aux semences. Cette autorité devrait comprendre l'établissement de la certification nationale ainsi que des méthodes régulatrices pour les semences

forestières et d'autres matériels reproductifs. L'autre recommandation était que Forêts Canada élabore des méthodes nationales de normalisation pour les essais de semences.

À la suite des recommandations, les travaux ont débuté après la réunion. Les premiers procédés traitaient la protection d'un reboisement sain au moyen du contrôle d'importation et d'autres réglementations fondamentales pour étiqueter et certifier l'origine de même que la qualité des semences. Au cours de l'élaboration de (Edward et collab., 1988) lignes directrices a surgi la nécessité du transfert de technologie relative aux essais de normalisation des semences dans le secteur forestier canadien. On s'est aussi rendu compte que pour réaliser cet objectif, on pouvait se servir d'une série d'ateliers organisés pour les personnes travaillant dans le secteur forestier. Les ateliers permettaient aux participants d'acquérir l'essentiel des différentes méthodes d'essais reconnus de façon générale au niveau international. Ces ateliers pourront servir de modèle pour un guide des essais normalisés de semences forestières.

Le but de ce rapport est de présenter le contenu des ateliers et de guider et de former le personnel ainsi que de fournir des renseignements utiles au sujet des essentiels des analyses de semences forestières en laboratoire. On a aussi inclus un aperçu de l'organisation et de l'évaluation des ateliers.

L'Organisation des ateliers

La planification des ateliers a commencé en 1986, et le programme a débuté en 1987. On a organisé une série d'ateliers à des bureaux régionaux se situant à divers endroits du pays. On s'est également assuré que le même programme de formation serait maintenu d'un centre à l'autre. La grande variété des clients représentait des centres d'essais et d'extraction des gouvernements fédéral et provinciaux ou du secteur privé, de même que des pépiniéristes et des scientifiques qui utilisent des graines lors de leurs recherches et qui œuvrent sur le renouvellement des forêts.

La majeure partie de la contribution financière a été apportée par le SCF, le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, l'Entente Canada—Nouvelle-Écosse sur le développement des ressources forestières (Programme fédéral de transfert technique) ainsi que l'Entente Canada—Colombie-Britannique sur le développement des ressources forestières (branche de Programme de démonstration, de recherche et développement). Le quatrième et dernier atelier a été supporté entièrement par le SCF, et il s'est déroulé dans

*En 1993, Forêts Canada est redevenu Service canadien des forêts, au sein du nouveau ministère fédéral Ressources naturelles Canada.

les deux langues officielles, à l'aide d'une traduction simultanée. Une interprétation au langage par signes était disponible aux malentendants.

Objectifs établis

- revoir l'essentiel de la technologie relative aux essais de semences et améliorer les méthodes utilisées par les agences d'essais de semences, les stations d'extraction des graines ainsi que les pépinières commerciales ou privées au Canada;
- améliorer les normes relatives aux semences et promouvoir les connaissances des pépiniéristes ou d'autres travaillant avec les graines afin qu'ils puissent bien interpréter les résultats des essais de semences en vue de la production en pépinière;
- réduire la quantité de semences improductives (gaspillage).

Avantages

- utilisation plus efficaces des semences de grande valeur produite aux vergers à graines,
- production améliorée de semis pour satisfaire aux besoins grandissants en matière des semences en vue du reboisement des sites exploités.

Personnel

La partie principale du matériel d'instruction et le programme ont été préparés par les instructeurs principaux du SCF Canada, D.G. Edwards (Centre de foresterie du Pacifique et du Yukon) et B.S.P. Wang (Institut forestier national de Petawawa); C.L. Leadem (ministère des Forêts de la Colombie Britannique) a aussi apporté sa contribution importante au programme. D'autres contributeurs étaient R.F. Smith (Centre de foresterie des Maritimes, SCF), M. Adams (Centre de foresterie des Grands lacs, SCF), R. Hallett (Centre de foresterie des Maritimes), et O. Sziklai (l'Université de la Colombie-Britannique).

Lorsqu'on compte tous les conférenciers, assistants (ayant préparé plus de 1000 échantillons au préalable) et le personnel administratif, il y avait plus de 150 personnes qui avaient été participés à l'organisation de ces ateliers remarquables.

Programme

Ces ateliers ont été tenus à l'Institut forestier national de Petawawa (IFNP), à Chalk River, en Ontario (septembre 1987), au Collège de l'Agriculture de Nouvelle-Écosse, à Truro, en Nouvelle-Écosse (novembre 1987), au Centre de foresterie du Pacifique, à Victoria, en Colombie-Britannique (décembre 1987) et de nouveau à l'IFNP

(mars 1988). Chaque atelier a été axé sur un contenu de programme principal qui était concentré sur une méthodologie bien fondée visant des analyses de «qualité» des semences au niveau de base, y compris l'analyse de pureté, la détermination du poids des graines, le degré d'humidité, les essais de viabilité ainsi que les tests les plus importants, les essais de germination. Le rôle et les procédés des échantillonnages adéquats ont aussi été soulignés. Les participants des ateliers ont reçu un dossier qui comprenait les résumés des conférences, les directives pour les travaux pratiques, un manuel des méthodes de tests rapides, un exemplaire des *Méthodes de contrôle des semences forestières au Canada*, de même qu'une feuille d'évaluation sur l'atelier. Le présent guide se fonde sur le matériel d'instruction, y compris les résumés des méthodes d'essais, les feuilles d'exercices et le formulaire d'évaluation. Le manuel de méthodes de tests rapides, (*Quick tests for tree seed viability*; Leadem, 1984) et les *Méthodes de contrôle des semences forestières au Canada* (Edwards, 1987) ont été publiés à part.

Les exercices

Les exercices ont été préparés afin que les participants puissent travailler individuellement pour la plupart du temps, de manière pratique, autant que possible pendant la période de trois jours de l'atelier. Les exercices demeuraient en général au niveau de base, puisque de nombreux participants ont fait des tests des graines pour la première fois. Une large gamme d'analyses des graines a été menée, y compris les essais de pureté, les essais de germination et les tests de degré d'humidité ainsi que les essais appelés «tests rapides» de viabilité. Les derniers consistaient dans les analyses aux rayons X, de même qu'au tétrazolium et au peroxyde d'hydrogène au moyen des échantillons préparés à cet effet. Lors d'une autre session, on a fait un échantillonnage de graines, ainsi qu'une démonstration des méthodes d'échantillonnage et d'équipement suivie d'une discussion sur les problèmes d'échantillonnage. Chaque session a fini par une période de questions, en vue de renforcer les acquis.

Des conférences additionnelles ont été données sur la morphologie des graines, le prétraitement pour prévenir la dormance, ainsi que sur l'enrobage des graines et la vigueur. Les participants ont aussi eu l'occasion de survoler les recherches actuelles en matière de semences forestières aux laboratoires canadiens.

Trois ateliers ont été tenus au centres de foresterie du SFC ayant des d'excellentes salles de conférence

mais qui ne servaient pas de bonnes espaces d'ateliers. L'éclairage n'était pas adéquat pour un travail aussi minutieux, et les salles étaient encombrées. Le laboratoire du Collège d'Agriculture, même s'il était trop encombré, s'est avéré le mieux.

Impact

Au total, il y avait aux ateliers 132 participants. La plupart représentaient presque chaque province ou territoire du Canada. En outre, des scientifiques ou des stagiaires étrangers qui étaient en visite de Thaïlande, de Chine et de Mongolie étaient présents aussi. Les centres importants nationaux ou privés œuvrant sur les essais et l'extraction des graines ont été également représentés, accompagnés des pépiniéristes privés, contractuels, provinciaux ou industriels de tous les coins du Canada. Les autres secteurs étaient les établissements d'enseignement, les chercheurs des gouvernements fédéral et provinciaux ainsi que les forestiers responsables du reboisement. Puisque les ateliers étaient organisés dans différentes régions du pays, un nombre élevé d'individus ont pu y participer. De plus, le caractère régional des ateliers ont permis de traiter les sujets spécifiques sur le plan régional.

Évaluation

D'après les feuilles d'évaluation (soumises de manière anonyme à la fin de chaque atelier) et les discussions soulevées au cours des sessions et d'après les opinions des observateurs indépendants (qui ont vu certaines parties des ateliers), le programme a été considéré comme réussi et bien reçu. La majorité des participants se déclaraient satisfaits sous tous les aspects des ateliers auxquels ils ont participé.

Toujours est-il vrai que même si la majorité a fait ces essais la première fois, il y avait quelques participants qui étaient plus avancés que les autres du point de vue d'expérience. Ceci a donné naissance à une certaine critique. Ceux qui utilisent ce guide devront être conscients du fait qu'ils doivent peut-être ajuster le rythme, la durée et le contenu du programme en fonction des besoins des participants quant à l'organisation future de tels ateliers.

Dans les rapports d'évaluation un thème revenait souvent à la surface, et c'était les besoins en matière de traitement des graines, mais du point de vue des pépiniéristes. En fait, plusieurs participants s'attendaient à ce que ces besoins fussent les thèmes majeurs. Parmi les innombrables questions qui se posaient mentionnons par exemple les problèmes tels que la préparation des graines à l'ensemencement, le volume de la stratification à donner, que faire des graines stratifiées qui ne peuvent pas être semées, les méthodes d'ensemencement, les types de paillage, et surtout, comment traiter les graines en gros dans les pépinières. Même si ces questions ont dépassé les cadres des ateliers, les conférenciers ont fait leur mieux d'y répondre. Ces intérêts vivement manifestés démontrent qu'un ou plus d'ateliers, relatifs à la préparation des graines à l'ensemencement en pépinière, seraient bien utiles pour beaucoup de personnes.

L'importance du présent guide

Le présent guide de formation représente une étape importante en ce qui concerne la normalisation des essais de semences au Canada. En utilisant ce guide conjointement avec le manuel des essais de semences forestières (Edwards, 1987) et le document intitulé *Quick tests for tree seed viability* (Leadem, 1984), les essais de semences seront grandement améliorés. À l'avenir des modifications peuvent être apportées à de tels ateliers notamment le nombre du personnel plus élevé ou la durée. Des sessions de un ou deux jours semblent être plus appropriées qui pourraient être en même temps plus spécifiques aussi. Ainsi pourrait-on faire par exemple seulement des essais de germination, des essais aux rayons X plutôt que des méthodes d'essais en général qui couvriraient trop de sujets en même temps. Des renseignements que contient ce rapport seraient définitivement utiles pour l'organisation de tels ateliers.

Remerciements

En ce qui concerne la publication de ce guide, les auteurs voudraient remercier E. Andersen, C. Boross, S. Cerridwen, C. Magnussen, S. Handke et A. Yapa pour leur contribution qu'ils ont apportée à la réalisation du présent ouvrage.

Introduction générale à l'essai de semences

Objectifs

Parmi tous les aléas de la production de plants au moyen des graines, l'achat de semences de piètre qualité est le plus grave. Le principal objectif du contrôle des graines est de minimiser ces risques en évaluant leur qualité avant l'ensemencement. La «qualité des graines» repose sur de nombreux facteurs qui intéressent tant les producteurs de graines et les personnes qui les traitent, les marchands-grainiers, les producteurs de semis que les organismes de certification chargés du contrôle de la qualité des semences. Bref, ces derniers visent tous finalement à déterminer si les semences sont viables, c'est-à-dire si elles peuvent produire des plants.

Responsabilités des personnes chargées de l'essai des semences

Les personnes chargées du contrôle de la qualité des semences forestières doivent tenir compte du fait que celles-ci sont des organismes vivants dont le comportement est imprévisible, à l'encontre des matières inertes ou non biologiques. Les méthodes de contrôle employées doivent reposer sur des connaissances scientifiques et l'expérience acquise tout en respectant les normes et techniques établies.

Normalisation des méthodes d'essais

Les semences forestières sont exportées d'une province ou d'un territoire à l'autre ainsi que d'un pays à l'autre, et elles sont donc susceptibles de faire l'objet de contrôles dans divers laboratoires. Ceux-ci doivent, par conséquent, uniformiser les méthodes qu'ils emploient de manière à obtenir des résultats comparables respectant des limites de tolérance établies.

Échantillonnage

Introduction

L'échantillon de graines analysées en laboratoire correspond à une très petite quantité par rapport au lot qu'il représente. Peu importe le degré d'exactitude du contrôle, celui-ci ne nous renseigne que sur la «qualité» de l'échantillon quelle que soit la méthode employée.

L'échantillonnage des semences forestières est souvent difficile car les lots peuvent renfermer une grande quantité de graines vaines. En outre, certaines parties des lots risquent d'être inutilisables parce que les semences ont été endommagées soit par les facteurs physiques, soit par des larves. Il se peut que les graines n'aient pas atteint leur maturité. Il faut donc veiller à ce que l'échantillon soit représentatif du lot dans son ensemble.

On ne saurait trop insister sur le fait que même si les contrôles en laboratoire sont très rigoureux, on ne peut connaître l'état général du lot à moins d'avoir pris toutes les mesures nécessaires pour que l'échantillon en soit vraiment représentatif.

Objectifs de l'échantillonnage

- a) Faire en sorte que l'échantillon prélevé soit représentatif de l'ensemble du lot tant à l'égard de l'état des semences qu'en termes de proportion.
- b) Faire en sorte que suffisamment de graines soient prélevées pour les types de contrôle prévus.

Marche à suivre

Pour constituer l'échantillon qui est finalement mis à l'essai, il faut prélever au hasard de petites quantités de graines à divers endroits dans le lot, puis les combiner (première étape). Pour ce faire, il s'agit de prélever des sous-échantillons jusqu'à ce qu'on obtienne un échantillon composé de la taille souhaitée (deuxième étape).

Définition de termes clés :

Lot : quantité de graines précise; le lot peut être petit et n'occuper qu'un seul contenant ou être grand et réparti dans plusieurs contenants.

Échantillon primaire : petite quantité de semences prélevées en un point du lot.

Échantillon composé : échantillon obtenu en mélangeant tous les échantillons primaires prélevés dans un lot. L'échantillon composé est souvent beaucoup plus

volumineux qu'il n'est nécessaire, donc la quantité doit être diminuée pour obtenir l'échantillon qui sera soumis à l'essai.

Échantillon soumis à l'analyse : échantillon expédié au laboratoire d'essai.

Échantillon de travail : échantillon réduit prélevé en laboratoire dans l'échantillon d'analyse et qui sert à réaliser les divers essais.

La figure 1 résume, sous forme d'un organigramme, les principaux éléments de l'échantillonnage.

Matériel et méthodes d'échantillonnage employés sur le terrain

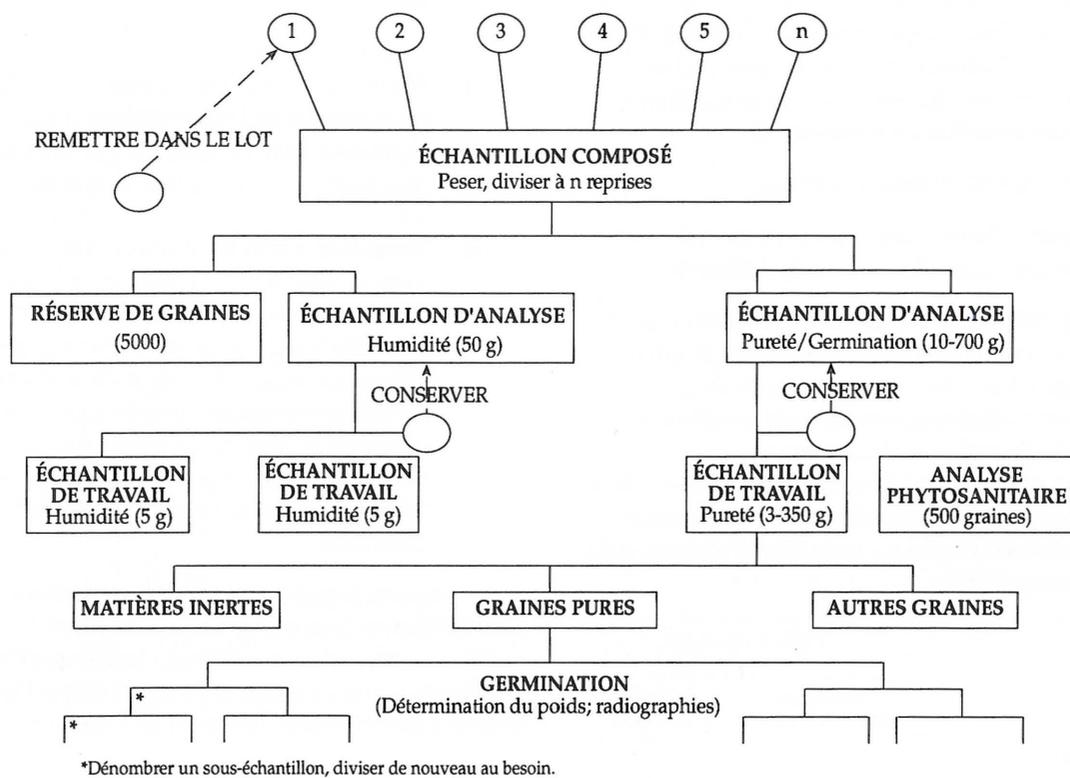
Il est préférable de prélever les échantillons primaires au moyen de l'une des deux méthodes suivantes:

- a) Échantillonnage à la canne sonde ou canne à manchon. La canne est un tube qui s'insère dans un manchon à bout pointu. La canne et le manchon sont tous les deux garnis de fentes latérales qui, lorsqu'elles sont superposées les unes aux autres, laissent passer les graines dans le tube. Il suffit de faire tourner le tube d'un demi-tour, après l'avoir inséré dans le manchon, pour obturer les fentes. Il est préférable que le tube de la canne sonde soit compartimenté; sinon, ce sera surtout les graines du dessus qui y tomberont et les couches supérieures seront alors surreprésentées dans l'échantillon. Il existe des cannes de diverses tailles.

La canne sonde, fermée, est normalement insérée diagonalement dans le contenant jusqu'à ce qu'elle atteigne les couches inférieures de graines. On ouvre ensuite la canne sonde en tournant le tube d'un demi-tour, puis on la secoue légèrement pour que chaque compartiment se remplisse. On ferme alors la canne sonde (cette opération doit être effectuée délicatement pour éviter que les graines coincées entre les deux cylindres ne s'abîment), et on la retire du contenant. Les graines qu'elle contient sont versées dans un récipient ou sur une feuille de papier.

Les graines ainsi prélevées constituent l'échantillon primaire. Selon le type de graines et la taille de la canne sonde employée, cet échantillon peut contenir suffisamment de graines pour servir à l'analyse; autrement, plusieurs échantillons primaires doivent être prélevés. Si les graines sont réparties dans plusieurs contenants, des échantillons primaires doivent être recueillis dans chacun d'entre eux. Ces échantillons sont

ÉCHANTILLONS PRIMAIRES



*Dénombrer un sous-échantillon, diviser de nouveau au besoin.

Peser et radiographier les graines en prenant soin de bien identifier chaque échantillon.
Procéder à l'épreuve de germination.

Figure 1. Organigramme de l'échantillonnage.

alors combinés et des sous-échantillons y sont prélevés, puis expédiés au laboratoire.

b) Diviseur pour terre (diviseur d'échantillon à cloisons; riffle). Il s'agit d'une trémie dans laquelle on verse les graines en veillant à ce qu'elles soient réparties uniformément sur toute sa longueur. Les graines s'écoulent par l'intermédiaire de goulottes, dont le fond est incliné, de sorte que les graines qui y tombent sont envoyées d'un côté ou de l'autre de la trémie, car le fond des goulottes adjacentes est incliné dans le sens contraire. Les graines sont recueillies dans deux cuves réceptrices, de sorte que la quantité de graines versées dans la trémie est séparée en deux moitiés représentatives.

La moitié des graines est remise dans le contenant, et l'autre est de nouveau divisée en deux portions. On répète cette opération jusqu'à ce que le poids de chacune des portions recueillies soit à peu près égal (mais non pas inférieur) à la valeur prescrite pour

l'échantillon qui sera soumis à l'analyse. Cette méthode permet donc d'obtenir directement cet échantillon.

Pour mélanger les échantillons, on peut faire passer les graines à trois ou quatre reprises dans le diviseur en reversant chaque fois dans la trémie les deux portions recueillies dans les cuves réceptrices.

c) Échantillonnage à la main. Lorsqu'on n'a pas d'échantillonneur mécanique ou que les graines se versent difficilement, on peut faire l'échantillonnage à la main. Pour ce faire, on insère la main dans le contenant jusqu'à la profondeur appropriée en gardant les doigts bien droits sans les écarter. Il suffit alors de refermer la main sans écarter les doigts pour prélever une poignée de graines.

Nombre d'échantillons à prélever

En général, les semences forestières sont stockées dans des contenants dont la forme peut varier. Si l'on a entre 1 et 5 contenants, il faut prélever des échantillons dans chacun d'entre eux, et au moins 5 échantillons primaires

doivent être recueillis au total. (Pour que tous les contenants soient également représentés dans l'échantillon composé, il faut prélever le même nombre d'échantillons dans chaque contenant.) Si l'on a entre 6 et 30 contenants, on en échantillonne 1 sur 3 et au minimum 5. Si l'on a 31 contenants ou plus, on en échantillonne 1 sur 5 et au minimum 10.

Poids de l'échantillon soumis à l'essai

Il existe essentiellement deux types d'essai qui nécessitent des échantillons de poids différents:

- si l'échantillon doit servir à la détermination de la teneur en eau, il faut prélever au moins 50 grammes de graines. Cet échantillon est distinct des échantillons destinés à l'analyse de pureté et de l'essai de germination des semences;
- pour les échantillons servant à l'analyse de pureté et de l'essai de germination des semences, le poids minimal des échantillons varie selon l'essence; voici quelques exemples:

Essence	Poids minimal des échantillons (g)	
	Échantillon soumis à l'essai	Échantillon de travail
<i>Picea mariana</i>	6	3
<i>Picea glauca</i>	10	5
<i>Picea sitchensis</i>	12	6
<i>Picea rubens</i>	25	9
<i>Pinus banksiana</i>	25	9
<i>Pinus contorta</i>	25	9
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	60	30

Le poids minimal des échantillons soumis à l'essai donne une quantité suffisante de graines pour faire un deuxième essai, si le premier était interrompu (pour des raisons de moisissure, de bris d'équipement, etc.) ou si les résultats étaient insatisfaisants (parce que les écarts entre les résultats sont inacceptables, ou bien on soupçonne avoir commis des erreurs au cours du dénombrement ou de l'évaluation des plantules, etc.). Le poids minimal des échantillons de travail pour l'analyse de pureté prévoit au moins 2500 graines.

Échantillonnage en laboratoire

Il faut bien mélanger l'échantillon soumis, puis le diviser pour obtenir un échantillon de travail approprié. Deux groupes de méthodes importantes peuvent être utilisées à cette fin: les méthodes mécaniques et les méthodes non mécaniques.

a) Méthodes mécaniques

On a recours aux séparateurs spéciaux suivants pour diviser à plusieurs reprises l'échantillon jusqu'à ce

qu'on obtienne une portion dont le poids s'approche de la valeur minimale prescrite, mais n'est pas moindre:

- i) Diviseur pour terre.
- ii) Séparateur conique (ou séparateur de Boerner): cet appareil fonctionne de façon similaire au séparateur de terre, mais ses goulottes sont disposées en cercle, autour de la base d'un cône.
- iii) Séparateur centrifuge (ou séparateur Gamet): dans ce séparateur, les graines s'écoulent de la trémie dans une cuvette de caoutchouc peu profonde qui tourne autour d'un axe vertical mû par un moteur électrique. Sous l'action de la force centrifuge, les graines sont éjectées de la cuvette et tombent de part et d'autre d'une cloison fixe. Celle-ci permet de diriger environ la moitié des graines dans chacun des déversoirs.

N'importe lequel de ces séparateur divisent l'échantillon en deux moitiés représentatives. Une moitié est remise dans le contenant tandis que l'autre est séparée à plusieurs reprises jusqu'à ce que l'on obtienne un échantillon de travail de la taille requise.

b) Méthodes non mécaniques

Ces méthodes consistent à prélever des échantillons au moyen d'équipement assemblé par soi-même ou de matériel qu'on retrouve normalement en laboratoire.

- i) Méthode des gobelets. Cette méthode consiste à disposer au hasard de petits gobelets ou vases sur un plateau (on se sert généralement de 8 gobelets au plus), sur lequel on verse les graines en les répartissant de façon uniforme. Les graines qui tombent dans les gobelets sont combinées dans un plus grand contenant pour obtenir l'échantillon de travail. Il faut répéter l'opération si l'on ne recueille pas suffisamment de graines en une seule fois.
- ii) Méthode de division modifiée. Pour ce type de séparation, on se sert d'une grille à compartiments cubiques de dimensions identiques; les compartiments sont ouverts vers le haut et un compartiment sur deux n'a pas de fond non plus. Après avoir placé la grille sur un plateau ou sur une grande feuille de papier, on verse les graines en les répartissant uniformément pour couvrir toute la grille. Lorsque celle-ci est soulevée, une partie des graines est retenue dans les

compartiments à fond, et le reste demeure sur le plateau. On peut répéter l'opération si la quantité de graines recueillies ne suffit pas ou, au contraire, s'il y a trop de graines.

- iii) Méthode de la cuiller. On verse les graines sur un plateau ou sur une grande feuille de papier en les répartissant uniformément. Au moyen

d'une cuiller et d'une spatule, on prélève de petites quantités de graines en au moins 5 points choisis au hasard; on poursuit les prélèvements aussi longtemps que l'échantillon n'ait pas le volume souhaité. Cette méthode est recommandée pour l'échantillonnage des petites graines.

Exercice 1

1. Familiarisez-vous avec le matériel d'échantillonnage mis à votre disposition.
2. Prélevez des échantillons de graines au moyen des méthodes et des dispositifs décrits antérieurement.
3. Si vous croyez que vous aurez des difficultés au cours de l'échantillonnage des graines, adressez-vous à votre instructeur.

Questions

1. Quelle méthode ou appareil faut-il employer pour prélever des échantillons dans les lots suivants:
 - a) un lot de 200 kg de graines d'épinette blanche;
 - b) un lot de 20 kg de graines d'épinette noire;
 - c) un lot de 2 kg de graines de pin gris;
 - d) un lot de 200 g provenant d'un verger à graines de pin gris.
2. On vous demande de prélever un échantillon dans un grand contenant de graines conservées dans une installation frigorifique à -15°C . Comment procéderez-vous? Devez-vous prendre certaines précautions? Si oui, lesquelles?
3. Si vous prélevez régulièrement des échantillons de graines conservées dans diverses installations frigorifiques, quelles sont les précautions que vous devez prendre?
4. Si vous devez expédier les échantillons que vous avez prélevés à un laboratoire en vue de leur analyse, quelles précautions devez-vous prendre?

Analyse de pureté

Introduction

Les analyses de pureté servent à déterminer quelles proportions de graines et de particules inertes, comme des aiguilles ou des écailles de cônes, les contenants renferment. On peut ainsi déterminer le poids de trois éléments:

- a) **Semences pures** des essences du peuplement final: Il s'agit des graines provenant de l'essence signalée dans la déclaration du demandeur (propriétaire, commerçant) ou qui se révèlent les plus abondantes à l'analyse.

Cela englobe:

- i) les graines intactes (chez la majorité des conifères, il s'agit des graines dont les ailes et les téguments externes ont été enlevés, exception faite des graines de *Chamaecyparis*, *Cupressus* et *Thuja*);
- ii) les fragments de plus de la moitié de la taille de la graine entière (les fragments plus petits ou les graines qui sont entièrement dépourvues de leur tégument externe sont toutefois classés avec les particules inertes - voir ci-dessous).

- b) **Autres graines:**

Il s'agit des graines d'essences autres que celle dont proviennent les semences pures. Les mêmes critères de classement utilisés pour les semences pures s'appliquent aux graines de cette catégorie.

- c) **Particules inertes:**

Les particules inertes englobent les matières suivantes :

- i) graines brisées ou abîmées qui sont plus petites que la moitié de leur taille originale, de même que les graines dépourvues de leur tégument externe;
- ii) terre, sable, balles, tiges, feuilles, aiguilles, écailles de cônes, ailes, fragments d'écorce, fleurs, bourgeons, larves d'insectes et autres matières.

Il faut trier les graines avec soin tout en faisant attention aux ailes et aux téguments. Si certaines d'entre

elles sont encore munies d'ailes intactes (par exemple *Abies*, *Larix* ou *Pseudotsuga*) ou de parties de téguments et d'ailes (par exemple *Pinus*, *Picea*, *Cedrus* ou *Tsuga*), elles doivent être isolées des semences dépourvues de ces impuretés et pesées séparément. On additionne ensuite les deux poids, c'est-à-dire celui des graines sans ailes ni téguments et celui des graines avec impuretés. On détermine alors le pourcentage des semences pures totales que représentent les graines comportant des impuretés.

Chez les essences *Acer*, *Betula*, *Chamaecyparis*, *Cupressus* et *Thuja*, les ailes font partie de la graine, donc il n'est pas nécessaire de les enlever.

Marche à suivre

On divise manuellement l'échantillon de travail en trois parties. Les trois portions sont alors pesées à tour de rôle, puis on calcule le poids total. On détermine ensuite le pourcentage du poids total que représente chaque partie.

Calculs et présentation des résultats

Après la séparation, on calcule à une décimale près le pourcentage du poids total que représente chaque sous-échantillon. Les échantillons qui représentent moins de 0,05 % du poids total sont dits de «trace». Si l'on obtient une valeur nulle pour l'un ou l'autre des sous-échantillons, il faut l'indiquer. La somme des pourcentages doit donner 100.

Les pourcentages sont calculés en fonction de la somme des poids des sous-échantillons et non pas en fonction du poids initial de l'échantillon de travail. Il importe toutefois de comparer ces deux poids pour déterminer s'il y a eu perte de matériel. En règle générale, si la somme des poids des sous-échantillons est inférieure à 1 % du poids de l'échantillon initial, il faut recommencer l'analyse de pureté.

On doit énumérer le nom scientifique des essences échantillonnées ainsi que celui de toutes les autres essences dont les graines ont été relevées. Il faut également préciser les types de particules inertes observées. Lorsque des graines d'une autre essence ou un type donné de particules inertes représentent 1 % ou plus du poids total, il faut le préciser (par exemple, écailles de cônes: 2,4 %).

Exercice 1

Numéro de station: _____

1. On vous remet un échantillon de travail dont le poids a été inscrit sur le contenant.
2. Versez l'échantillon sur votre table de travail et séparez-le en trois de la façon décrite antérieurement. Nota — Les graines non abîmées doivent être classées avec les semences pures (ou les semences d'autres espèces); il n'est pas nécessaire de déterminer si les semences sont vaines ou non. De même, vous n'êtes pas tenu de retourner chacune des graines afin de vérifier si elles ont des trous ou autres imperfections de l'autre côté.
3. Après avoir trié les graines, déterminez le poids de chaque sous-échantillon (A, B, C) à trois décimales près et inscrivez les résultats sur la ligne appropriée au point 5.
4. Calculez à une décimale près le pourcentage de l'échantillon global que représente chaque sous-échantillon. Pour les valeurs inférieures à 0,05 %, inscrivez le terme «trace». Les valeurs nulles doivent également être indiquées. Inscrivez aussi le pourcentage de graines d'autres espèces ou d'une type donné de particules inertes lorsqu'il est supérieur ou égal à 1. La somme des pourcentages doit être de 100.
5. Il faut comparer la somme des poids de tous les sous-échantillons (D) et le poids de l'échantillon d'origine (voir étape 1) afin de déterminer s'il y a eu perte de matériel ou d'autres types d'erreur. (Dans la pratique, au cours d'une analyse de pureté, si la perte de poids est supérieure ou égale à 1 % du poids de l'échantillon original, il faut prélever un autre échantillon de travail et recommencer le tri).

Poids de l'échantillon initial _____ g

	% réel	Valeurs arrondies (%)
Poids des semences pures (A) _____ g	=	1
Poids des autres graines (B) _____ g	=	2
Poids des particules inertes (C) _____ g	=	3
Somme des poids des sous-échantillons (D) _____ g	=	100,0%
Nom scientifique de l'essence dont proviennent les semences pures		
Noms scientifiques des essences dont proviennent les autres graines		
Type(s) de particules inertes		

6. À la fin de l'exercice, remettez les particules inertes dans le contenant, mais gardez séparément les semences pures.

¹Pourcentage de semences pures = $A/D \times 100$.

²Pourcentage d'autres graines = $B/D \times 100$.

³Pourcentage de particules inertes = $C/D \times 100$.

Exercice 2

Numéro de station: _____

1. Répétez l'exercice 1 en vous servant du deuxième échantillon de travail.

Poids de l'échantillon initial: _____ g

	% réel	Valeurs arrondies (%)
Poids des semences pures (A): _____ g	=	1
Poids des autres graines (B): _____ g	=	2
Poids des particules inertes (C): _____ g	=	3
Somme des poids des sous-échantillons (D): _____ g	=	100,0 %
Nom scientifique de l'essence dont proviennent les semences pures:.....		
Noms scientifiques des essences dont proviennent les autres graines:		
Type(s) de particules inertes:		

4. À la fin de l'exercice, remettez les particules inertes dans le contenant, mais gardez séparément les semences pures.

Exercice 3

Numéro de station: _____

1. À l'aide d'une canne sonde ou d'un autre dispositif d'échantillonnage, prélevez un échantillon des graines de l'essence d'intérêt pour l'analyse (en cas du pin gris, de l'épinette noire et de l'épinette blanche, comptez 25 g). Il sera peut-être nécessaire de prélever plusieurs échantillons primaires et de les combiner, puis d'y faire un autre prélèvement afin d'obtenir un échantillon du volume souhaité.
2. Au moyen d'un séparateur de terre ou d'un échantillonneur conique, divisez l'échantillon d'analyse de manière à obtenir un échantillon de travail du poids requis, c'est-à-dire d'au moins 3 g pour l'épinette noire, 5 g pour l'épinette blanche et 9 g pour le pin gris.
3. Faites une analyse de pureté en suivant les mêmes étapes qu'à l'exercice 1.

	% réel	Valeurs arrondies (%)
Poids des semences pures (A): _____ g	=	1
Poids des autres graines (B): _____ g	=	2
Poids des particules inertes (C): _____ g	=	3
Somme des poids des sous-échantillons (D): _____ g	=	100,0 %
Nom scientifique de l'essence dont proviennent les semences pures:.....		
Noms scientifiques des essences dont proviennent les autres graines:		
Type(s) de particules inertes:		

4. À la fin de l'exercice, remettez les graines et les autres matières dans le contenant.

Répondez aux questions de la page suivante

¹Pourcentage de semences pures = $A/D \times 100$.

²Pourcentage d'autres graines = $B/D \times 100$.

³Pourcentage de particules inertes = $C/D \times 100$.

Questions

1. Sur quoi vous renseigne-t-elle l'analyse de pureté?
2. Comment pouvez-vous profiter de ces renseignements?
3. Si vous étiez pépiniériste et que vous pouviez acheter 2 lots de graines de la même essence (A et B), lequel choisiriez-vous, si les résultats des analyses étaient les suivants? Justifiez votre réponse.

A: germination, 85 %; pureté, 92 %; teneur en eau, 9 %; prix, 250 \$/kg

B: germination, 78 %; pureté, 99 %; teneur en eau, 8 %; prix, 230 \$/kg.

(Après avoir répondu à la troisième question, comparez votre réponse à la solution proposée à la page 55.)

Détermination du poids de 1000 graines

Introduction

Il s'agit de déterminer le poids d'un échantillon de 1000 graines prélevé dans le lot de semences. En général, cette opération est effectuée en même temps que l'analyse de pureté. Le producteur doit disposer de ces renseignements pour calculer le nombre de graines que renferme un contenant (le poids du contenant doit être soustrait du poids des graines). Ces données permettent aussi à un centre de semences d'établir, au cours d'une certaine période, si certains arbres produisent généralement de grosses ou de petites graines.

Marche à suivre

On compte les graines pures isolées au cours de l'analyse de pureté. Le dénombrement peut s'effectuer de l'une des deux façons suivantes :

- a) On compte toutes les semences pures. Puisque le poids de la fraction de semences pures est connu, on peut calculer le poids de 1000 graines.
- b) On prélève des sous-échantillons de semences pures et on les compte.

Dénombrement des échantillons

Cette méthode est plus couramment employée étant donné que les échantillons peuvent servir ensuite à l'essai de germination des graines. On prélève, au

hasard, 8 échantillons de 100 graines, chacun dans la fraction de semences pures (pour la majorité des essences, il faut 8 échantillons afin de procéder à des essais de germination appariés; on a recours à un échantillon traité et à un témoin pour l'épreuve de dormance).

On pèse alors chacun des sous-échantillons avec le même degré d'exactitude que pour l'analyse de pureté (à 3 décimales près pour les essences qui vous intéressent). À partir de ces données, on calcule le poids moyen de 100 graines, puis cette valeur est multipliée par 10 pour obtenir le poids moyen de 1000 graines.

Calculs

On doit calculer le coefficient de variation (c.v.) à l'aide de la variance et de l'écart-type. Vous trouverez deux exemples pour les calculs ci-après. Ensuite, faites l'exercice de calcul en utilisant les données que vous aurez obtenu après avoir peser vos échantillons.

Nota:

Si le c.v. est supérieur à 4,0; il faut prélever et peser 8 autres échantillons et calculer l'écart-type pour les 16 échantillons prélevés au total. Les échantillons qui s'écartent de la moyenne (\bar{x}) de plus de deux fois l'écart-type (calculé pour la moyenne des 16 échantillons) peuvent être rejetés.

Coefficient de variation (c.v.)

Le coefficient de variation (c.v.) est un terme statistique qui indique la variabilité des données et il est calculé comme suite:

$$c.v. = \frac{\text{Écart-type}}{\text{Moyenne}} \cdot 100$$

Il y a deux manières d'obtenir l'écart-type, l'un est le procédé appelé «formule par définition», l'autre est celui qui s'appelle «formule computationnelle.» Nous allons voir que les deux procédés donneront le même coefficient de variation, donc on peut se servir de l'un ou de l'autre. Voici deux exemples correspondant aux deux procédés.

Exemple 1

Calcul du coefficient de variation à l'aide de la formule par définition.

Supposons que nous avons pesé quatre échantillons, chacun ayant un poids différent:

n	x
1	81
2	79
3	85
4	83

où n signifie le nombre d'échantillons, et x le poids d'un échantillon, de 100 graines chacun, en grammes.

$$c.v. = \frac{\text{Écart-type}}{\text{Moyenne}} \cdot 100, \text{ où l'écart-type est défini comme suite:}$$

$$\text{l'écart-type} = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}}, \text{ où}$$

Σ : somme des ...,

x: poids individuel,

\bar{x} : moyenne des poids,

n: nombre d'échantillons en tout.

Pour avoir la moyenne des poids on additionne tous les poids (somme des x) et on divise par le nombre d'échantillons:

$$\text{Moyenne: } \bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{81 + 79 + 85 + 83}{4} = 82$$

Dans la définition de l'écart-type, l'expression $(x - \bar{x})$ signifie la déviation d'un échantillon par rapport à la moyenne:

n	x	$(x - \bar{x})$
1	81	81 - 82 = -1
2	79	79 - 82 = -3
3	85	85 - 82 = +3
4	83	83 - 82 = +1

Pour notre formule, nous avons besoin du carré de la déviation:

n	x	(x - \bar{x})	(x - \bar{x}) ²
1	81	-1	(-1) ² = +1
2	79	-3	(-3) ² = +9
3	85	+3	(+3) ² = +9
4	83	+1	(+1) ² = +1

Pour continuer, il nous faut calculer la somme de toutes les déviations:

n	x	(x - \bar{x})	(x - \bar{x}) ²
1	81	-1	1
2	79	-3	9
3	85	+3	9
4	83	+1	1

$$\Sigma(x - \bar{x})^2 = \Sigma(1 + 9 + 9 + 1) = 20$$

Maintenant, nous pouvons substituer pour avoir l'écart-type:

$$\text{Écart-type} = \sqrt{\frac{\Sigma(x - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{20}{3}} = \sqrt{6,666} = 2,58$$

Finalement, le coefficient de variation est comme suit:

$$\text{c.v.} = \frac{\text{Écart-type}}{\text{Moyenne}} \cdot 100 = \frac{2,58}{82} \cdot 100 = 0,0315 \cdot 100 = 3,15$$

$$\text{c.v.} = 3,15 \%$$

Exemple 2

Dans cet exemple, où nous cherchons toujours le coefficient de variation, nous utilisons les mêmes données hypothétiques, mais nous nous servons de la formule computationnelle pour calculer l'écart-type.

n	x
1	81
2	79
3	85
4	83

$$\text{On sait déjà que c.v.} = \frac{\text{Écart-type}}{\text{Moyenne}} \cdot 100.$$

L'écart-type, à l'aide de la formule computationnelle, est le suivant:

$$\text{Écart-type} = \sqrt{\text{Variance}}$$

La variance est calculée comme suite:

$$\text{Variance} = \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}, \text{ où}$$

$(\sum x^2)$ est l'expression où on *prend le carré d'abord* de chacun des poids et ensuite on additionne le tout.

$(\sum x)^2$ est l'expression où on *additionne d'abord chaque poids*, et on prend le carré de la somme ensuite.

Complétons la colonne pour x^2 :

n	x	x^2
1	81	$81^2 = 6561$
2	79	$79^2 = 6241$
3	85	$85^2 = 7225$
4	83	$83^2 = 6889$

$$\sum x = 81 + 79 + 85 + 83 = 328$$

$$(\sum x)^2 = 328^2 = 107\,584$$

$$\sum (x)^2 = 6561 + 6241 + 7225 + 6889 = 26916$$

$$\text{La moyenne est toujours: } \bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{328}{4} = 82$$

Maintenant, il n'y a qu'à substituer dans la formule de la variance

$$\text{Variance} = \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)} = \frac{4(26\,916) - (107\,584)}{4(4-1)} = \frac{107\,664 - 107\,584}{12} = \frac{81}{12} = 6,666$$

$$\text{Écart-type} = \sqrt{\text{Variance}} = \sqrt{6,666} = 2,58$$

Finalement, le coefficient de variation est le suivant:

$$\text{c.v.} = \frac{\text{Écart-type}}{\text{Moyenne}} \cdot 100 = \frac{2,58}{82} \cdot 100 = 3,15$$

$$\text{c.v.} = 3,15 \%$$

Exercice 1

1. Prenez l'une des portions de semences pures obtenues au moment de l'analyse de pureté, puis séparez les graines en 8 sous-échantillons de la façon suivante:
 - a) Mettez les graines en tas sur votre table de travail.
 - b) Mélangez les graines en ramenant celles du bord vers le centre du tas. Pour ce faire, utilisez un morceau de carton ou une spatule.
 - c) Divisez les graines en 2 parties égales (en plein centre) et séparez-les l'une de l'autre.
 - d) Divisez de nouveau chaque tas en 2 parties sur la largeur, puis séparez-les.
 - e) Diviser chacun des 4 petits tas de la même façon.
 - f) Dans chacun des 8 sous-échantillons, retirez 100 graines. Essayez d'en prélever en de nombreux points, particulièrement si la pile comprend beaucoup plus que 100 graines. Ne choisissez pas les graines; retirez-les au hasard, au fur et à mesure que vous vous déplacez.
2. Déterminez le poids de chacun des 8 sous-échantillons de 100 graines à trois décimales près. Inscrivez les poids au tableau de la page suivante où vous faites aussi vos calculs.
3. Indiquez les résultats des calculs ci-dessus sur la fiche de travail de la page suivante. Déterminez si le coefficient de variation (c.v.) est acceptable.
4. S'il vous reste du temps, refaites l'exercice avec les semences pures prélevées au cours d'un autre analyse de pureté.

Exercice 1 (suite)

Essence _____ Numéro de station _____

Après avoir pesé 8 échantillons contenant 100 graines chacun, calculez le coefficient de variation, en suivant le deuxième exemple. (Si on suit le premier exemple, on devra arriver au même résultat.)

Nombre d'échantillon (n)	Poids d'échantillon correspondant (x)	x^2
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
n=8	$\Sigma x =$ _____ $(\Sigma x)^2 =$ _____	$\Sigma x^2 =$ _____

La moyenne: $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$ = _____

La variance = $\frac{n \cdot (\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}{n \cdot (n-1)}$ = _____

L'écart-type = $\sqrt{\text{variance}}$ = _____

Coefficient de variation: c.v. = $\frac{\text{Écart-type}}{\text{moyenne}} \cdot 100$ = _____ %

Le c.v. est-il acceptable?

Le poids moyen de 10 graines (\bar{x}) est de.....g

Multiplié par 10, le poids moyen de 1000 graines de ce lot est de.....g

Questions

1. Le poids de 1000 graines provenant d'un lot de petites semences sera-t-il inférieur ou supérieur à celui d'un échantillon équivalent d'un lot de grosses semences?
2. Quels facteurs peuvent influencer sur le poids d'un échantillon de 1000 graines d'un lot?
3. À quelles fins le poids d'un échantillon de 1000 graines vous serait-il utile si vous étiez producteur?

Essai de germination

Introduction

Parmi tous les types d'essai de qualité des semences, l'évaluation de leur faculté germinative revêt le plus d'importance. Il s'agit de l'étape décisive de la détermination de la valeur du lot: d'après les résultats, l'acheteur décide de se procurer ou non les graines, et le producteur détermine non seulement le moment (au cours de l'année ou plus tard) mais aussi le taux d'ensemencement; sinon il peut encore garder les graines en réserve.

On peut évaluer la capacité de germination des semences sur le terrain, mais en général les résultats ne sont pas satisfaisants, car il est difficile de refaire les essais dans des conditions identiques. On a donc mis au point des méthodes d'essai en laboratoire qui permettent d'exercer un contrôle sur les principaux facteurs influant sur la germination dans le milieu. Ces méthodes normalisées reproduisent les conditions requises pour que la germination des graines de la majorité des lots d'une essence particulière soit, dans la mesure du possible, uniforme, rapide et complète. On peut ainsi obtenir des valeurs se rapprochant le plus possible des résultats de la méthode qui se fonde sur la variation de l'échantillonnage aléatoire.

Objectifs

Voici les objectifs de l'évaluation de la faculté germinative de semences :

- a) déterminer le taux d'ensemencement des semences; et
- b) comparer les taux d'ensemencement des graines de divers lots.

Marche à suivre

Il faut prélever au hasard 4 échantillons de 100 graines dans la fraction de semences pures obtenue au moment de l'analyse de pureté. Lorsqu'on soupçonne ou qu'on sait que les graines des essences examinées sont en état de dormance, il faut prélever 8 échantillons de 100 graines de manière à pouvoir pratiquer 2 essais (l'un sur des graines traitées et l'autre sur des témoins) en parallèle.

Les semences sont étalées uniformément sur un substrat humide, habituellement dans un contenant comme un plateau ou une boîte de germination, qu'on dépose dans un germoir, de manière à reproduire les conditions essentielles à la germination (température, thermopériode, éclairage, photopériode et humidité). À

des intervalles fixes, pendant une période dont la longueur est déterminée à l'avance, on compte les graines qui ont germé, en se servant des méthodes prescrites pour distinguer les plantules normales des plantules anormales. Ensuite, on examine les graines qui n'ont pas germé afin de déterminer si elles sont encore fraîches et si elles auraient germé si le test avait été prolongé ou si elles n'ont pas germé parce qu'elles sont vides, qu'elles ont été ravagées par des insectes ou qu'elles sont mortes. Voici les définitions de certains termes d'importance :

La **germination** est le développement de l'embryon de la graine et la formation de ses éléments essentiels lesquels, selon le type de semences évaluées, permettent de déterminer si la graine peut produire un plant normal sur le terrain.

Le **pourcentage de germination** est la proportion de semences, sur 100 graines, qui ont produit des plantules normales dans le délai prescrit.

Les **plantules normales** sont celles qui sont pourvues des éléments essentiels à la production de plants normaux sur le terrain. (Voir les Figures 2 et 18. Pour fins de comparaison, entre la germination normale et anormale, voir aussi les Figures 12 à 17, ainsi que les Figures 20 et 21).

Les **plantules anormales** sont celles qui présentent une anomalie ou plus et qui ne peuvent être classées dans la catégorie des plantules normales. Les plantules qui présentent les anomalies suivantes sont considérées anormales (Voir les Figures 2 à 17 et les Figures 19 à 21) :

- 1) plantules abîmées - plantules sans cotylédons ou dont les éléments essentiels ont des constructions, des fentes, des fissures ou des lésions ou qui n'ont pas de racines principales (chez les espèces dont la racine principale constitue un élément essentiel).
- 2) plantules déformées - comprend les plantules dont les éléments essentiels sont chétifs ou dont le développement est déséquilibré, par exemple celles dont les plumules, les hypocotyles ou les épicotyles sont tordues ou rabougris; celles dont les pousses sont gonflées et les racines rabougries; celles qui ont une consistance spongieuse ou un aspect vitreux; ou celles dont la croissance a été interrompue après la germination.
- 3) plantules pourries - plantules dont l'un des éléments essentiels ou plusieurs d'entre eux sont pourris ou atteints d'une maladie au point que leur croissance normale s'est interrompue, sauf si l'on peut déterminer

avec certitude que l'infection ne provient pas de la graine elle-même.

Les **semences fraîches** sont celles qui ont été imbibées et qui semblent aptes à germer, mais dont la germination n'a pas encore commencé à la fin de la période prescrite.

Les **graines en état de dormance** sont celles qui, à cause de leur état physiologique, des caractéristiques de leur tégument externe ou du stade de développement de leur embryon, ne germent pas dans les conditions prescrites à moins qu'elles ne soient traitées au préalable pour interrompre la dormance.

Les **graines mortes** sont celles qui ne sont ni dures ni fraîches et qui n'ont pas produit de plantules à la fin de la période d'essai.

Les **graines vaines** désignent les graines totalement vides ou qui renferment des restes de tissus ne comportant ni albumen ni embryon.

Les **graines ravagées par des insectes** sont celles qui renferment des larves ou des chiures d'insectes ou qui présentent d'autres signes révélant qu'elles ont été ravagées par des insectes qui influaient sur leur capacité de germination.

La **préréfrigération** consiste à placer les graines à la surface ou à l'intérieur d'un substrat humide (de 1 à 5°C) pendant une période donnée afin d'interrompre la dormance des graines qu'on présume en état de dormance. On peut aussi les faire tremper dans l'eau à la température de la pièce pendant 24 heures, puis après avoir éliminé l'excès d'humidité, on les place dans un récipient en verre ou en plastique pour les laisser au froid (de 1 à 5°C) pendant une certaine période.

Matériel et méthodes

Le rapport technique numéro 36 de Forêts Canada intitulé *Méthodes de contrôle des semences forestières au Canada* décrit les méthodes et le matériel d'évaluation de la faculté germinative des semences forestières. Ce

document traite également des techniques recommandées de préréfrigération et d'autres méthodes d'analyse de la viabilité des semences.

Calculs et présentation des résultats

On calcule le pourcentage moyen de germination des 4 échantillons de 100 graines en arrondissant au nombre entier le plus proche. L'écart entre les pourcentages maximaux et minimaux ne doit pas dépasser les limites de tolérance données au **tableau 3** du rapport *Méthodes de contrôle des semences forestières au Canada*. (Ce tableau a été reproduit dans la présente publication à la page 30.)

Les résultats des essais ne sont pas satisfaisants et il faut reprendre l'épreuve dans les cas suivants:

- a) L'écart entre les valeurs obtenues dépasse les limites de tolérance.
- b) On croit que les conditions dans lesquelles l'essai a été réalisé n'étaient pas adéquates ou qu'il y a eu des erreurs au cours de l'évaluation des plantules, du dénombrement des graines ou de l'inscription des résultats.
- c) On croit que les graines étaient en état de dormance ou on a décelé des signes de phytotoxicité (substrat) ou de maladie.

Si les résultats des épreuves sont satisfaisants, il faut alors noter toutes les valeurs obtenues, c'est-à-dire le pourcentage de plantules normales, de plantules anormales, de graines fraîches non germées et de graines mortes. Si, dans l'une ou l'autre de ces catégories, le pourcentage est de 0, il faut aussi l'indiquer. Il faut préciser le pourcentage de graines vaines et de graines ravagées par les insectes ainsi que la méthode de calcul employée, si ces données ont été relevées. Il faut également indiquer la durée de l'épreuve et, s'il y a lieu, le mode de prétraitement des graines. Si des essais ont été réalisés sur des graines traitées et non traitées, il faut donner les résultats des deux évaluations.



Figure 2. Embryons d'une pruche occidentale (*Tsuga heterophylla*). Sept germinants sont anormaux, et un est normal. Ceux qui sont anormaux ont des racines rabougries ou même très rabougries. Tous les germinants anormaux montrent des signes de perte prématurée du tégument; le cinquième de gauche a perdu son tégument. Même si les racines ne sont pas rabougries, ces semis ne pourraient pas devenir des plantes utiles. On peut les appeler des « nains physiologiques » en raison d'un manque d'hormone de croissance. Les semis comme ceux-ci ne développeront plus car ils ont perdu contact avec la mégagamétophyte. S'ils développaient, ils deviendraient de vrais nains. On peut aussi appeler ces semis des « miniatures ». (Photo: D.G. Edwards)

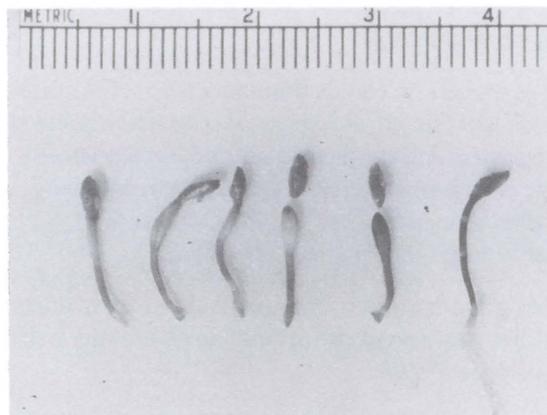


Figure 3. Pruche occidentale. Quatre semis montrent l'albinisme, c'est-à-dire un manque de pigmentation des cotylédons. Tous ont des racines rabougries, y compris le cinquième à gauche, et tous sont en train de perdre prématurément leur tégument. Le premier semis à droite est normal. (Photo: D.G. Edwards)

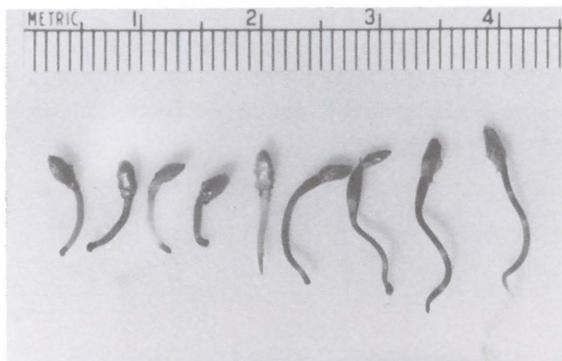


Figure 4. Pruche occidentale. Ces semis sont similaires à ceux qui sont sur la Figure 1, mais le bout de leur racine est mort ou mourant (les racines sont très rabougries). Ce phénomène n'est pas causé par la dessiccation, mais peut-être par un champignon. Le semis normal est le premier à droite. (Photo: D.G. Edwards).



Figure 5. Sapin noble (*Abies procera*). Ces semis ont les mêmes conditions que celles qui sont décrites sur la Figure 1. (Photo: D.G. Edwards).



Figure 6. Douglas taxifolié (*Pseudotsuga menziesii*). Embryons jumeaux. Le deuxième embryon est très fin, son orientation est inverse (cotylédon en face du micropyle), et elle reste rattachée plus ou moins (mais non complètement en raison de la tension surfactuelle peut-être) au point de la médiane de l'hypocotyle du germinant plus grand. Le germinant plus grand est faible et il a une racine rabougrie. (Des fois un germinant plus grand peut-être normal, dans ce cas, on le classerait dans la catégorie de germination normale.)
(Photo: D.G. Edwards)

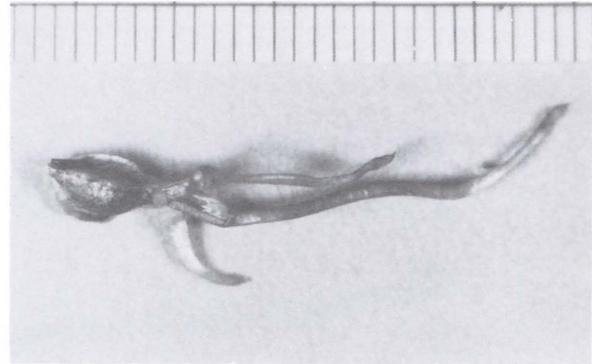


Figure 7. Douglas taxifolié. Embryons triple. L'embryon le plus grand a une racine rabougrie et faible. Le second aussi a une racine très faible. L'embryon le plus petit a une racine très rabougrie. Aucune de ces plantes ne pourra devenir forte, ni utile (même si elles étaient empotées). (Photo: D.G. Edwards)

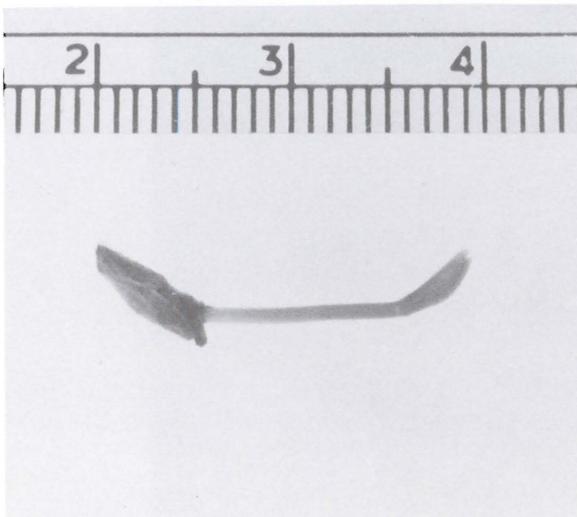


Figure 8. Sapin grandissime (*Abies grandis*). Embryon inverse; le cotylédon se trouve devant la radicule. Cet embryon ne pourra devenir une plante normale car les cotylédons ne communiquent pas avec la mégatophyte et il reste « miniaturisé » (voir Figure 1).
(Photo: D.G. Edwards)

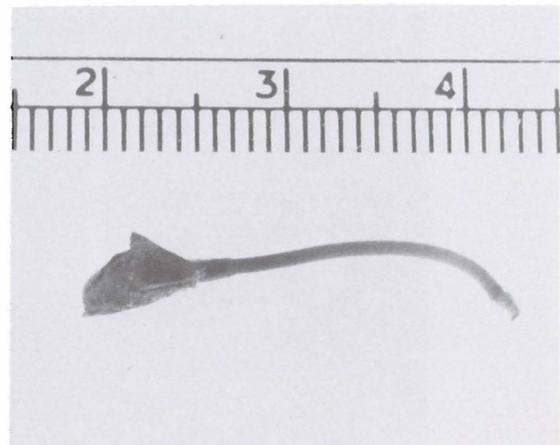


Figure 9. Sapin grandissime. Radicule très rabougrie.
(Photo: D.G. Edwards)

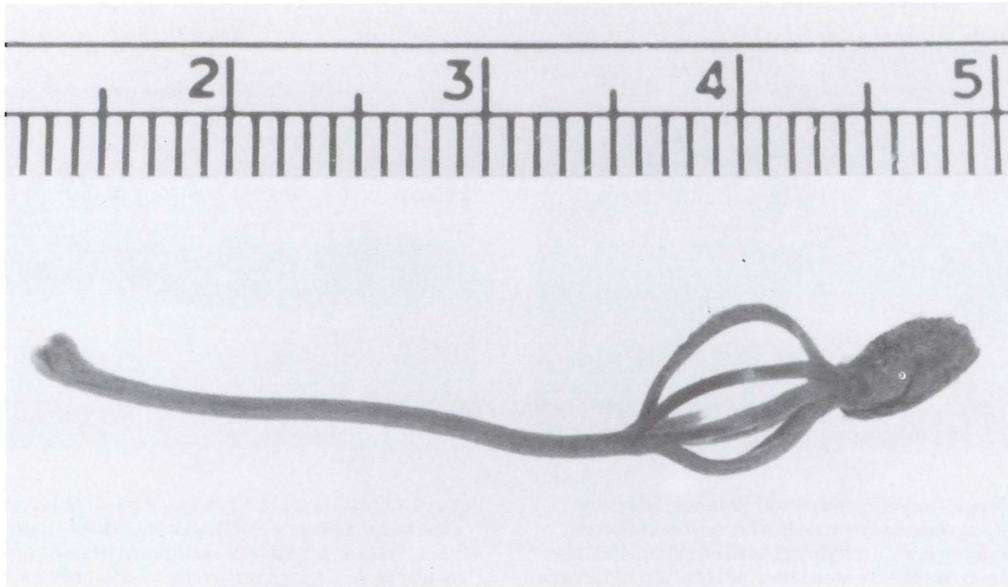


Figure 10. Pin argenté (*Pinus monticola* Dougl.). Aucune racine. (Photo: D.G. Edwards)

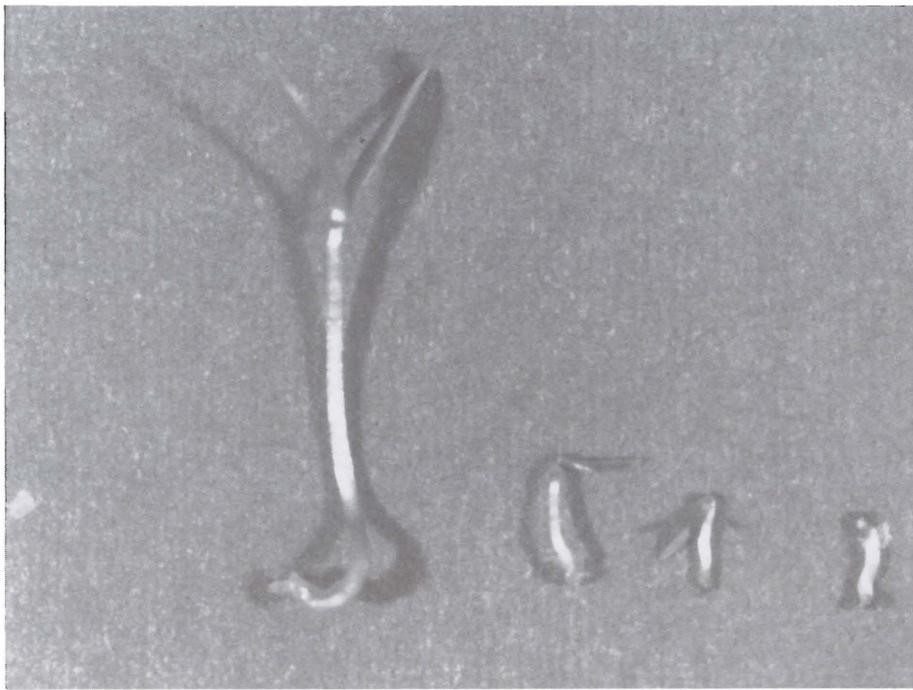


Figure 11. Cyprès jaune (*Chamaecyparis nootkanensis*). Embryons quadruple. L'embryon le plus grand a une racine rabougrie qui paraît malsaine. (Photo: D.G. Edwards)

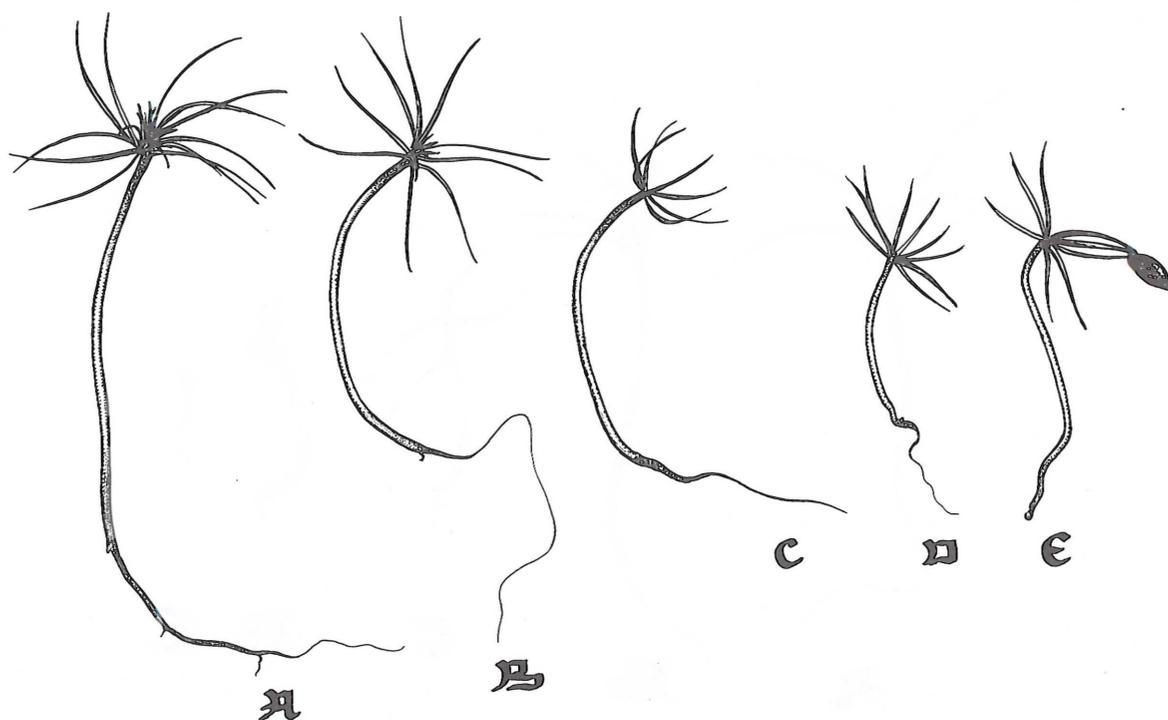


Figure 12. Embryons d'un pin blanc (*Pinus strobus*). A: germination normale, B: germination anormale - racines allongées et fines, C: racines asséchées ou pourries, D: racine fine, E: racine rabougrie. (Dessin: C. Magnussen)

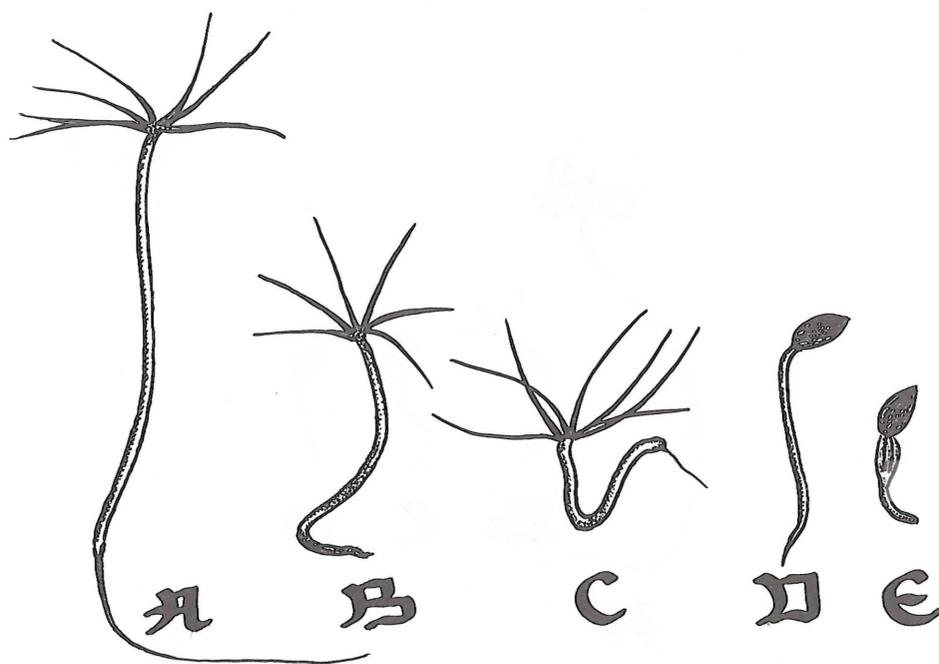


Figure 13. Embryons d'un pin rouge (*Pinus resinosa*). A: germination normale, B: racine courte, C: racine courte et fine - hypocotyle court, D: sans racine, E: sans hypocotyle ni racine. (Dessin: C. Magnussen)

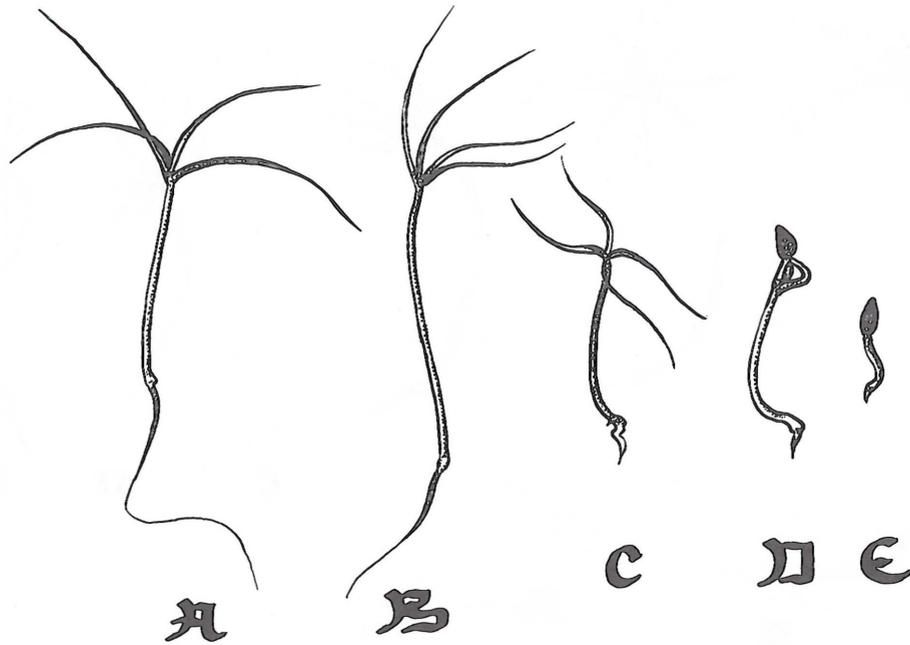


Figure 14. Embryons d'un pin gris (*Pinus banksiana*). A: germination normale, B: racine courte et fine, C: racine courte et rabougrie - hypocotyle court, D: racine rabougrie, E: sans racine - hypocotyle court. (Dessin: C. Magnussen)

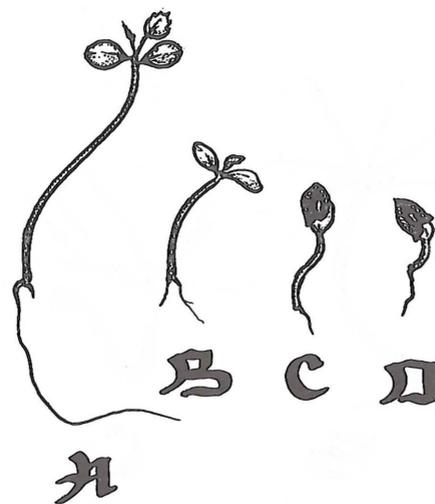


Figure 15. Embryons d'un bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*). A: germination normale, B: germination anormale - racine faiblement développée et hypocotyle court, C: germination anormale - hypocotyle court et racine fine, D: germination anormale - hypocotyle court et racine fine. (Dessin: C. Magnussen)

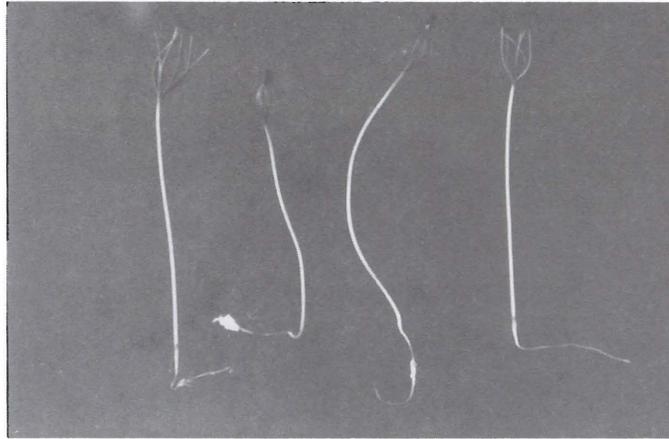


Figure 16. Germinants d'un pin blanc (*Pinus strobus*). Le germinant du côté droit est un semis germiné normalement; les trois autres du côté gauche sont de germination anormale et ils ont des racines allongées, fines qui ne pénétreront pas dans le milieu de germination (marque « Kimpak »). Il semble que la radicule de la graine ait été endommagée. (Photo: B. Wang)

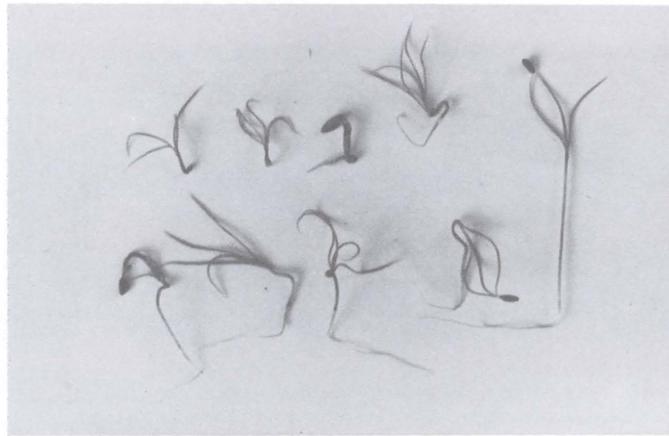


Figure 17. Pin gris (*Pinus banksiana*). Le germinant du côté droit est normal tandis que ceux qui sont du côté gauche présentent une germination anormale avec les racines courtes et rabougries, un hypocotyle court et épais, ou bien sans racine ni hypocotyle. (Photo: B. Wang)

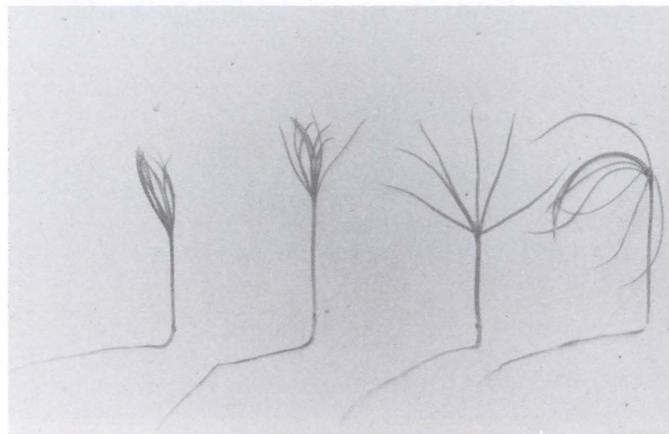


Figure 18. Pin gris germiné normalement. (Photo: B. Wang)

Erratum

Edwards, D.G.W., Wang, B.S.P. et Boross, P.A.
1994. *Guide des essais de semences forestières en
laboratoire*. Service canadien des forêts. Chalk
River (Ontario). Rapp. d'inf. PI-X-110F.

À la page 24, la photo pour la Figure 21 a été
imprimée à l'envers. L'explication dans la
légende réfère à la photo dans sa position
normale.

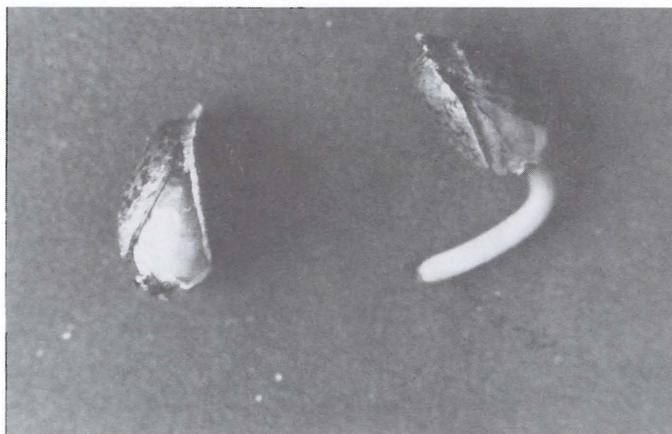


Figure 19. Pin blanc de germination anormale, marquée par soit avec un tégument qui est entrouvert mais il n'y a pas d'autre signe de développement, soit par le développement d'une racine mais qui est trop courte - le développement s'est arrêté. (Photo: B. Wang)

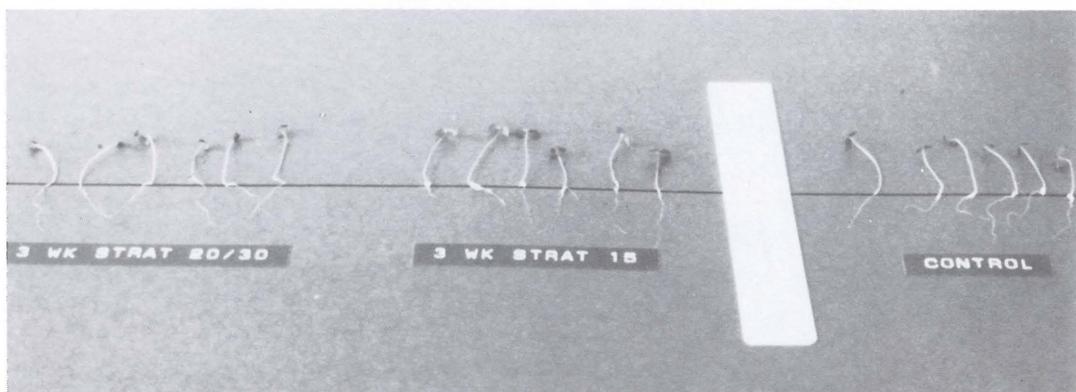


Figure 20. Bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*). Le groupe de semis à droite est germiné normalement, tandis que des semis à gauche représentent une germination anormale car ceux-ci n'ont pas de racine, ou s'ils en ont, elles sont trop courtes. (Photo: B. Wang)

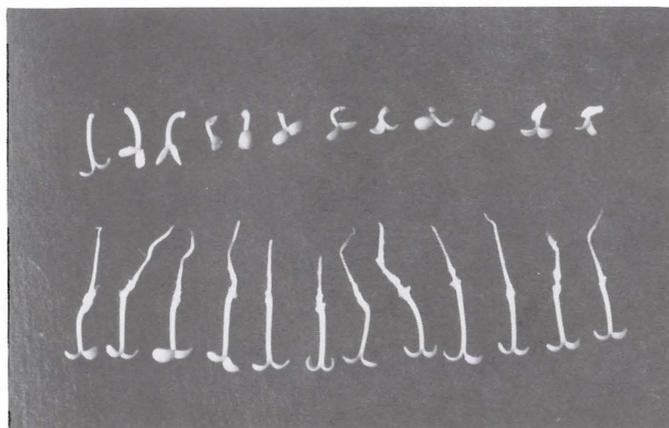


Figure 21. Peuplier deltoïde (*Populus deltoides* var. *occidentalis*). Les semis en haut sont de germination anormale, tandis que ceux du bas sont germinés normalement. Les semis anormaux n'ont pas de racines ou bien leurs racines sont très courtes. (Photo: B. Wang)

Exercice 1 - Introduction à l'essai de germination

1. On vous donne un échantillon de travail qui vous servira à évaluer la faculté germinative des semences d'un lot.
2. À l'aide d'une spatule, prélever un sous-échantillon de 100 graines.
3. Dans un plateau de germination, déposez un milieu de germination (Kimpak) sur l'étagère perforée. Ajoutez environ 125 mL d'eau en mouillant le milieu de germination sur toute sa surface; ajoutez de nouveau 125 mL d'eau dans le plateau (sous l'étagère).
4. Répandez les graines dans le plateau.
5. Utilisez des pinces ou une petite spatule pour espacer les graines uniformément. Veillez à ce qu'elles ne se touchent pas. Même s'il n'est pas essentiel de disposer les graines en rangées, cela facilitera le dénombrement et l'évaluation.
6. Inscrivez les renseignements suivants sur la boîte de germination et dans votre carnet de travail :
 - a) Essence, numéro de lot.
 - b) Dates du début et de la fin de l'essai.
 - c) Type de traitement (s'il y en a) et date à laquelle il a commencé.
 - d) Date prévue des dénombrements.
7. Remplissez la fiche d'évaluation pertinente. Inscrivez les renseignements suivants dans les cases appropriées.
 - a) Essence - pin gris (utilisez le nom scientifique de l'espèce)
 - b) Numéro de lot - STWP Ex/001
 - c) Numéro d'essai - 87-001
 - d) Date du prétraitement - (sans objet)
 - e) Date de l'essai - (date d'aujourd'hui)
 - f) Durée de l'essai - 14 jours
 - g) Objet de l'essai - Exercice dans le cadre d'un atelier
 - h) Nombre d'échantillonnage - 1
 - i) Nombre de graines/échantillon - 100
 - j) Conditions de germination: Température: de 30° à 20°C; photopériode: 8 heures.
 - k) Dénombrement: tous les 7 jours

Questions

1. Qu'avez-vous appris au cours de cet exercice? Jugez-vous qu'il a été utile?
2. Pourquoi faut-il mesurer la quantité d'eau versée dans chaque plateau? Pourquoi devez-vous utiliser la même quantité d'eau pour chaque échantillon?
3. Pourquoi les graines doivent-elles être espacées plus ou moins uniformément?
4. Pourquoi les échantillons doivent-ils être prélevés au hasard?

Fiche d'essai de germination

Essences _____ Numéro de station _____
 Numéro de lot _____ Numéro d'essai _____
 Date du prétraitement _____ Durée de l'essai _____
 Nombre d'échantillonnage _____ Objet de l'essai _____
 Conditions: température _____ °C Nombre de graines/échantillon _____
 Photopériode _____
 Dénombrement _____

Date	Échantillon n° 1	Échantillon n° 2	Échantillon n° 3	Échantillon n° 4	Moyenne	Observations
Nombre total de graines normales						
Nombre total de graines anormales						

Graines non germées (identifiées par dissection):

Fraîches						
Vaines						
Mortes						
Total	100	100	100	100		

Tolérance _____ Écarte acceptable _____ Écart inacceptable _____

Exercice 2 - Dénombrements provisoires

1. Vous devez effectuer le premier dénombrement provisoire d'un échantillon de graines qui reposent dans une boîte de germination depuis une semaine.
2. Retirez les plantules viables dont tous les éléments essentiels sont visibles. Comptez ces graines, puis mettez-les de côté.
3. Inscrivez le nombre de plantules ainsi relevées à la première ligne de la fiche pertinente. Inscrivez la date d'aujourd'hui.
4. Examinez les autres graines et retirez celles qui, de toute évidence, n'ont pas germé normalement, c'est-à-dire les plantules albinos et celles dont les cotylédons émergent du micropyle. Les plantules qui présentent des signes de maladie ne doivent pas être éliminées au cours des dénombrements à moins que vous n'ayez la certitude qu'elles sont mortes ou qu'elles ne se développeront pas davantage. Inscrivez le nombre de plantules anormales sur la fiche.
5. Inscrivez toute observation particulière ou exceptionnelle qui peut vous aider à mieux interpréter les résultats d'autres évaluations ou essais (par exemple humidité excessive dans le milieu de germination).
6. Si le milieu de germination semble trop sec, ajoutez de l'eau dans la boîte. Sur la fiche, indiquez que vous avez ajouté de l'eau et inscrivez la date à laquelle vous l'avez fait.

Questions

1. Avez-vous eu des difficultés à identifier les plantules germinées normalement?
2. Avez-vous eu des difficultés à distinguer les plantules normales des plantules anormales?
3. Pourquoi est-il utile d'inscrire les observations exceptionnelles sur la fiche?
4. Pourquoi faut-il faire des dénombrements provisoires?

Fiche d'essai de germination (dénombrements provisoires)

Numéro de station _____

Essences _____ Numéro d'essai _____

Numéro de lot _____ Durée de l'essai _____

Date du prétraitement _____ Objet de l'essai _____

Nombre d'échantillonnage _____ Nombre de graines/échantillon _____

Conditions: température _____ °C Photopériode _____

Dénombrement _____

Date	Échantillon n° 1	Échantillon n° 2	Échantillon n° 3	Échantillon n° 4	Moyenne	Observations
Nombre total de graines normales						
Nombre total de graines anormales						

Graines non germées (identifiées par dissection):

Fraîches						
Vaines						
Mortes						
Total	100	100	100	100		

Tolérance _____ Écarte acceptable _____ Écart inacceptable _____

Exercice 3 - Dénombrement final - fin de l'essai de germination

1. Un échantillon de graines d'épinette noire ou de pin gris a été placé au préalable à la disposition des participants de l'atelier dans une boîte de germination.
2. C'est aujourd'hui le dernier jour de l'essai. Vous devez donc faire le dénombrement final des graines germées (même si aucun dénombrement provisoire n'a été effectué).
3. En vous fondant sur les critères qui vous ont été fournis antérieurement, séparez les plantules normales des plantules anormales.
4. Inscrivez vos observations à l'endroit approprié (la dernière ligne de la partie supérieure) sur la fiche fournie à l'exercice 2.
5. Disséquez les graines non germées et classez-les dans les catégories suivantes: «fraîches», «mortes» ou «vaines».

Nota — Lorsque vous réalisez un essai au TZ (tétrazolium), seules les graines qui présentent une coloration adéquate doivent être comptées et vos résultats doivent être inscrits à la ligne «TZ». Les autres graines doivent être classées dans la catégorie des semences «mortes».

6. Certaines graines germées se sont peut-être dépouillées de leurs téguments externes et ceux-ci auront l'apparence de graines vaines. (Avec le temps, vous pourrez les reconnaître sans les couper.) On calcule habituellement le nombre de graines vaines de la façon suivante: additionnez le nombre de plantules normales (partie supérieure de la fiche), de plantules anormales, de graines fraîches (non germées) et de graines mortes, et soustrayez le résultat de 100.
7. Résumez les résultats de l'essai:
 - a) Calculez le pourcentage moyen de plantules normales.
 - b) À l'aide de cette moyenne, retrouvez la limite de tolérance pour cette valeur au tableau de la page 30. Examinez les pourcentages de germination maximal et minimal des échantillons et comparez l'écart entre ceux-ci avec les valeurs du tableau. Sur la fiche, indiquez si les écarts sont acceptables ou non.
8. Inscrivez vos données sur la fiche de présentation des résultats (aux lignes prévues à cette fin, au milieu de la page, sous la rubrique «Essai de germination»).
9. Essayez de remplir le reste du formulaire à l'aide des renseignements qui vous ont été fournis à l'exercice 2.

Tableau 1. Table des limites de tolérance

Si le pourcentage de germination moyen est de		ou	de	la limite de tolérance sera de
99			2	5
98			3	6
97			4	7
96			5	8
95			6	9
93 à 94			7 à 8	10
91 à 92			9 à 10	11
89 à 90			11 à 12	12
87 à 88			13 à 14	13
84 à 86			15 à 17	14
81 à 83			18 à 20	15
78 à 80			21 à 23	16
73 à 77			24 à 28	17
67 à 72			29 à 34	18
56 à 66			35 à 45	19
51 à 55			46 à 50	20

Nota: Cette table donne les limites de tolérance, c'est-à-dire l'écart acceptable entre les pourcentages de germination maximal et minimal d'un échantillon à l'autre. Pour déterminer les limites de tolérance, calculez le pourcentage moyen de germination des échantillons, en arrondissant au nombre entier le plus proche. La troisième colonne vous donnera la limite de tolérance des moyennes présentées aux colonnes 1 et 2.

Questions

1. Pourquoi importe-t-il d'évaluer les plantules, c'est-à-dire d'identifier les plantules normales et anormales?
2. À votre avis, la durée de l'essai recommandée revêt-elle une importance?
3. Pourquoi faut-il effectuer de nombreux dénombrements au cours de l'essai, au lieu d'en faire un seul à la fin de l'épreuve?
4. Est-il nécessaire de disséquer les graines à la fin de l'essai de germination?
5. De quoi dépend le dénombrement des graines vaines?

Fiche de présentation des résultats

Numéro de station _____

Objet de l'essai _____ Numéro d'essai _____

Échantillon reçu _____

Numéro de lot du client _____

Essence _____

Organisme chargé de l'échantillonnage et de l'emballage _____

Marque officielle _____

Sceau officiel _____

Date de l'échantillonnage _____ Poids de l'échantillon de graines _____ kg

L'échantillon comprend _____ kg de graines réparties dans _____ contenants

Année où les graines ont été recueillies _____ Endroit _____

Analyse des résultats:

Analyse de pureté			Essai de germination				
Graines pures	Matières inertes	Autres graines	Plantules normales	Graines fraîches non germées	Plantules anormales	Graines mortes	Graines vaines

Types de matières inertes _____

Semences d'autres espèces _____

Date du prétraitement _____ Méthode _____ Température _____ °C Durée _____

Date à laquelle l'évaluation de la faculté germinative a commencé _____ Date à laquelle elle s'est terminée _____

Teneur en eau (à l'état humide) _____

Nombre de graines par kilogramme _____ Pourcentage de semences pleines relevées aux rayons X _____

Évaluation des dommages causés au cours du traitement _____

Observation _____

Date _____ Essai effectué par _____

Tableau 2. Méthode d'évaluation de la faculté germinative des semences d'arbres et d'arbustes en laboratoire (D'après l'Association internationale d'essais de semences 1993, *Seed Sci. Technol.* 21, Suppl.)*

Nota:

Les abréviations ont des significations comme suite :

TP : essais de germination sur feuille de papier.

S : essais de germination dans du sable. (Mettre les semences sur une couche de sable humide, puis les couvrir du sable non tassé [sec], d'une épaisseur de 10 à 20 mm. Assurer une bonne aération.)

TS : essai de germination *sur* sable. (Les semences sont enfoncées à la surface du sable.)

TZ : essai au tétrazolium.

(Les méthodes des moins souhaitables sont mises entre parenthèses dans ce tableau.)

Essences	Substrat	Température	Premier comptage (jours)	Dernier comptage (jours)	Directives supplémentaires y compris les recommandations pour lever la dormance
<i>Abies alba</i> <i>Abies balsamea</i> <i>Abies cilicica</i> <i>Abies firma</i> <i>Abies fraseri</i> <i>Abies homolepis</i> <i>Abies lasiocarpa</i> <i>Abies magnifica</i> <i>Abies numidica</i> <i>Abies sachalinensis</i>	TP	20-30	7	28	Préréfrigérer; 21 jours à 3-5 °C
<i>Abies amabilis</i> <i>Abies cephalonica</i> <i>Abies concolor</i> <i>Abies grandis</i> <i>Abies nordmanniana</i> <i>Abies pinsapo</i> <i>Abies procera</i> <i>Abies veitchii</i>	TP	20-30	7	28	Aucun refroidissement préalable et refroidissement préalable de 21 jours à 3-5°C. Épreuves doubles.
<i>Acacia</i> spp.	TP	20-30; (20)	7	21	1. Percer la semence, couper ou limer un fragment de testa à l'extrémité des cotylédons et tremper 3 heures 2. Tremper les semences 1 heure dans H ₂ SO ₄ concentré. Rincer soigneusement dans l'eau courante après le traitement à l'acide
<i>Acer negundo</i> <i>Acer platanoides</i> <i>Acer pseudoplatanus</i> <i>Acer saccharum</i>	- - (S;(TP))	- - (20)	- - (7)	- - (21)	1. Utiliser TZ 2. Utiliser EET 3. (Préréfrigérer 2 mois à 1-5 °C. Il est préférable de retirer le péricarpe avant l'essai) Fraîches non séchées, les semences sont habituellement plus dormantes qu'après séchage ou stockage
<i>Acer palmatum</i>	- (S; (TP))	- (20)	- (7)	- (21)	1. Utiliser TZ 2. Utiliser EET 3. (Préréfrigérer 4 mois à 1-5 °C. Il est préférable de retirer le péricarpe avant l'essai)
<i>Acer rubrum</i> <i>Acer saccharum</i>	S; (TP)	20	7	21	
<i>Aesculus hippocastanum</i>	TS; (S)	20-30; (20)	7	21	Tremper les semences 48 heures; détacher le 1/3 du côté du hile et semer sans retirer le testa Les marrons frais peuvent nécessiter une préréfrigération
<i>Ailanthus altissima</i>	TP	20-30	7	21	L'ablation du péricarpe après 24 heures de trempage peut hâter la germination

*Des renseignements supplémentaires se trouvent dans les Comptes rendus de l'Association Internationale d'Essais de Semences, 1993, *Seed Sci. Technol.* 21, Suppl., pages 169-177.

Tableau 2. (suite)

Essences	Substrat	Température	Premier comptage (jours)	Dernier comptage (jours)	Directives supplémentaires y compris les recommandations pour lever la dormance
<i>Alnus cordata</i> <i>Alnus glutinosa</i> <i>Alnus incana</i> <i>Alnus rubra</i>	TP	20-30	7	21	
<i>Betula papyrifera</i> <i>Betula pendula</i> <i>Betula pubescens</i>	TP	20-30	7	21	
<i>Calocedrus decurrens</i>	TP -	20-30 -	7 -	28 -	1. Préréfrigérer 28 jours à 3-5°C 2. (Utiliser TZ) 3. (Utiliser EET)
<i>Caragana arborescens</i>	TP	20-30	7	21	Percer la semence ou limer ou écaler un fragment de testa du côté du cotylédon; tremper 3 heures
<i>Carpinus betulus</i>	- (S)	- (20)	- (14)	- (42)	1. Utiliser TZ 2. (Incuber en substrat humide pendant 1 mois à 20°C puis 4 mois à 3-5°C)
<i>Castanea sativa</i>	TS; (S)	20-30	7	21	Tremper les semences 48 heures; en détacher 1/3 du côté du hile et semer après avoir enlevé le testa
<i>Catalpa</i> spp.	TP	20-30	7	21	
<i>Cedrela</i> spp.	TP	20-30	7	28	
<i>Cedrus atlantica</i> <i>Cedrus deodora</i> <i>Cedrus libani</i>	TP	20; (20-30)	7	21	Préréfrigérer 21 jours à 3-5°C
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	TP	20; (20-30)	7	28	
<i>Chamaecyparis nootkatensis</i>	TP	20; (20-30)	7	28	Préréfrigérer 21 jours à 3-5°C
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	TP	20-30	7	21	
<i>Chamaecyparis pisifera</i>	TP	20-30	7	21	
<i>Chamaecyparis thuyoides</i>	- TP	- (20)	- (7)	- (28)	1. Utiliser TZ 2. Préréfrigérer 90 jours à 3-5°C
<i>Cornus mas</i> <i>Cornus sanguinea</i>	-	-	-	-	Utiliser TZ
<i>Corylus avellana</i>	- (S)	- (20; (20-30))	- (14)	- (35)	Utiliser TZ (Préréfrigérer 2 mois à 3-5 °C après avoir retiré le péricarpe)
<i>Cotoneaster</i> spp.	-	-	-	-	Utiliser TZ
<i>Crataegus monogyna</i>	- (S)	- (20-30)	- (7)	- (28)	1. Utiliser TZ 2. (Incuber en substrat humide pendant 3 mois à 25° puis 9 mois à 3-5°C)
<i>Cryptomeria japonica</i>	TP	20-30	7	28	
<i>Cupressus arizonica</i>	TP	20-30	7	28	Aucun refroidissement préalable et refroidissement préalable de 21 jours à 3-5°C. Épreuves doubles.
<i>Cupressus macrocarpa</i>	TP	20-30	14	35	
<i>Cupressus sempervirens</i>	TP	20	7	28	
<i>Cytisus scoparius</i>	TP	20-30	7	28	Percer la semence ou limer ou écaler un fragment de testa du côté du cotylédon; tremper 3 heures
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	-	-	-	-	Utiliser TZ

Tableau 2. (suite)

Essences	Substrat	Température	Premier comptage (jours)	Dernier comptage (jours)	Directives supplémentaires y compris les recommandations pour lever la dormance
<i>Eucalyptus</i> spp.					Tous les <i>Eucalyptus</i> spp. doivent être mis à germer par la méthode des répétitions pesées.
<i>Euonymus europaea</i>	- (TP)	- (20-30)	- (7)	- (28)	1. Utiliser TZ 2. Préréfrigérer 45 jours à 3-5°C
<i>Fagus sylvatica</i>	TP	3-5	-	-	1. La durée de l'essai dépend de la dormance et, dans les cas extrêmes, peut exiger environ 24 semaines 2. Utiliser TZ
<i>Fraxinus</i> spp.	- (TP)	- (20-30)	- (14)	- (56)	1. Utiliser TZ 2. Utiliser EET 3. (Prétraiter les semences à 20°C pendant 2 mois puis à 3-5°C pendant 7 mois)
<i>Gleditsia triacanthos</i>	TP	20	7	21	1. Percer la semence ou limer ou écaler un fragment de testa du côté du cotylédon; tremper 6 heures 2. (Tremper la semence entière dans H ₂ SO ₄ concentré pendant tout le temps nécessaire pour trouser la surface du testa; rincer soigneusement à l'eau)
<i>Juniperus communis</i>	- (TP; (S))	- (20)	- (14)	- (28)	1. Utiliser TZ 2. Préréfrigérer 90 jours à 3-5°C
<i>Juniperus scopulorum</i>	- (TP; (S))	- (15)	- (14)	- (42)	1. Utiliser TZ 2. (Prétraiter à 20°C pendant 60 jours puis à 3-5°C pendant 40 jours)
<i>Juniperus virginiana</i>	- (TP; (S))	- (15)	- (14)	- (28)	1. Utiliser TZ 2. (Prétraiter à 20°C pendant 60 jours puis à 3-5°C pendant 40 jours)
<i>Laburnum alpinum</i> <i>Laburnum anagyroides</i>	TP	20-30	7	21	1. Percez la semence ou couper ou détacher à la lime un fragment du tégument externe près des cotylédons et laissez tremper pendant 3 heures. 2. (Laissez tremper les graines dans du H ₂ SO ₄ concentré pendant 1 heure, puis lavez bien les semences dans l'eau).
<i>Larix decidua</i> <i>Larix x eurolepis</i> <i>Larix gmelinii</i> <i>Larix laricina</i> <i>Larix sibirica</i> <i>Larix sukaczewii</i>	TP	20-30	7	21	
<i>Larix kaempferi</i> <i>Larix occidentalis</i>	TP	20-30	7	21	Aucun refroidissement préalable et refroidissement préalable de 21 jours à 3-5°C. Épreuves doubles.
<i>Ligustrum vulgare</i>	-	-	-	-	TZ
<i>Liquidambar styraciflua</i>	TP	20-30	7	21	Les semences ont tendance à sécher au cours de l'essai.
<i>Liriodendron tulipifera</i>	- (TP)	- (20-30)	- (7)	- (28)	1. TZ 2. (Refroidissement préalable de 60 jours à 3-5°C.
<i>Malus</i> spp.	-	-	-	-	1. TZ 2. (EET)
<i>Morus</i> spp.	TP	20-30	14	28	
<i>Nothofagus obliqua</i>	TP	20-30	7	28	Aucun refroidissement préalable et refroidissement préalable de 28 jours à 3-5°C. Épreuves doubles.

Tableau 2. (suite)

Essences	Substrat	Température	Premier comptage (jours)	Dernier comptage (jours)	Directives supplémentaires y compris les recommandations pour lever la dormance
<i>Nothofagus procera</i>	TP	20-30	7	28	
<i>Picea abies</i> <i>Picea engelmannii</i> <i>Picea koyamai</i> <i>Picea mariana</i> <i>Picea omorika</i> <i>Picea orientalis</i> <i>Picea polita</i> <i>Picea pungens</i> <i>Picea rubens</i>	TP	20-30	7	21	
<i>Picea glauca</i> <i>Picea glehnii</i> <i>Picea jezoensis</i> <i>Picea sitchensis</i>	TP	20-30	7	28	Aucun refroidissement préalable et refroidissement préalable de 21 jours à 3-5°C. Épreuves doubles.
<i>Pinus albicaulis</i>	TP	20-30	7	28	Refroidissement préalable de 28 jours à 3-5°C.
<i>Pinus aristata</i>	TP	20-30	7	14	
<i>Pinus banksiana</i>	TP	20-30	7	14	
<i>Pinus canariensis</i>	TP	20	7	28	
<i>Pinus caribaea</i>	TP	20-30	7	21	
<i>Pinus cembra</i>	- - (S)	- - (20-30)	- - (7)	- - (28)	1. TZ 2. (EET) 3. (Refroidissement préalable de 6 à 9 mois à 3-5°C).
<i>Pinus cembroides</i>	S	20	7	28	Prérefrigerer 21 jours à 3-5°C
<i>Pinus clausa</i>	TP; (TS)	20	7	21	Sensible à l'excès d'eau
<i>Pinus contorta</i>	TP	20-30	7	21	Aucun refroidissement préalable et refroidissement préalable de 21 jours à 3-5°C. Épreuves doubles.
<i>Pinus coulteri</i>	- - (S)	- - (20-30)	- - (7)	- - (28)	1. Utiliser TZ 2. (Utiliser EET) 3. Prérefrigerer 60-90 jours à 3-5°C
<i>Pinus densiflora</i>	TP	20-30	7	21	Prérefrigerer 14 jours
<i>Pinus echinata</i>	TP	20-30	7	28	
<i>Pinus edulis</i>	TP	20-30	7	28	Lumière pendant au moins 16 heures
<i>Pinus elliotii</i>	TP	22; 20-30	7	28	
<i>Pinus flexilis</i>	TP	20-30	7	21	Prérefrigerer 21 jours à 3-5°C
<i>Pinus glabra</i>	TP	20-30	7	21	Prérefrigerer 21 jours à 3-5°C
<i>Pinus halepensis</i>	TP	20	7	28	
<i>Pinus heldreichii</i>	- - (TP)	- - (20-30)	- - (7)	- - (28)	1. Utiliser TZ 2. (Utiliser EET) 3. (Prérefrigerer 42 jours à 3-5°C)
<i>Pinus jeffreyi</i>	TP; (S) - -	20-30 - -	7 - -	28 - -	1. Prérefrigerer 28 jours à 3-5°C 2. (Utiliser TZ) 3. (Utiliser EET)
<i>Pinus kesiya (khasya)</i>	TP	20-30	7	21	

Tableau 2. (suite)

Essences	Substrat	Température	Premier comptage (jours)	Dernier comptage (jours)	Directives supplémentaires y compris les recommandations pour lever la dormance
<i>Pinus koraiensis</i>	- (S)	- (20-30)	- (7)	- (28)	1. Utiliser TZ 2. (Utiliser EET) 3. (Prétraiter à 25°C pendant 2 mois puis à 3-5°C pendant 3 mois)
<i>Pinus lambertiana</i>	- (TP; (S))	- (20-30)	- (7)	- (28)	1. Utiliser TZ 2. (Utiliser EET) 3. (Préréfrigérer 60-90 jours à 3-5°C)
<i>Pinus merkusii</i>	TP	20-30	7	21	
<i>Pinus monticola</i>	- (TP)	- (20-30)	- (7)	- (28)	1. Utiliser TZ 2. (Utiliser EET) 3. (Préréfrigérer 60-90 jours à 3-5°C)
<i>Pinus mugo</i>	TP	20-30	7	21	
<i>Pinus muricata</i>	TP	20-30	7	21	
<i>Pinus nigra</i>	TP	20-30	7	21; (14)	
<i>Pinus oocarpa</i>	TP	20-30	7	21	
<i>Pinus palustris</i>	S; (TP)	20	7	21	
<i>Pinus parviflora</i>	- (S)	- (20-30)	- (7)	- (28)	1. Utiliser TZ 2. (Utiliser EET) 3. (Préréfrigérer 6-9 mois à 3-5°C)
<i>Pinus patula</i>	TP	20; (20-30)	7	21	
<i>Pinus peuce</i>	- (S)	- (20-30)	- (7)	- (28)	1. Utiliser TZ 2. (Utiliser EET) 3. (Préréfrigérer 6 mois à 3-5°C)
<i>Pinus pinaster</i>	TP	20	7	35	1. Aucun refroidissement préalable et refroidissement préalable de 28 jours à 3-5°C. Épreuves doubles. Lumière pendant 16 heures au plus par jour 2. (Utiliser TZ)
<i>Pinus pinea</i>	TP	20	7	28	Tremper une journée préalablement à l'essai
<i>Pinus ponderosa</i>	TP	20-30	7	21	Sans et avec prérefrigération de 21 jours à 3-5°C, épreuves doubles.
<i>Pinus pumila</i>	- (S)	- (20-30)	- (7)	- (21)	1. Utiliser TZ 2. (Préréfrigérer 4 mois à 3-5°C)
<i>Pinus radiata</i>	TP	20	7	28	
<i>Pinus resinosa</i>	TP	20-30; (25)	7	14	
<i>Pinus rigida</i>	TP	20-30	7	14	
<i>Pinus strobus</i>	TP -	22; 20-30 -	7 -	28 -	1. Préréfrigérer 28 jours à 3-5°C 2. (Utiliser TZ)
<i>Pinus sylvestris</i>	TP	20-30; (20)	7	21; (14)	Les semences provenant de l'Orient et de la Méditerranée peuvent nécessiter une prérefrigération de 21 jours à 3-5°C
<i>Pinus tabuliformis</i>	TP	20-30	7	14	
<i>Pinus taeda</i>	TP	22; 20-30	7	28	
<i>Pinus taiwanensis</i>	TP	20-30	7	21	
<i>Pinus thunbergii</i>	TP	20-30	7	21	

Tableau 2. (suite)

Essences	Substrat	Température	Premier comptage (jours)	Dernier comptage (jours)	Directives supplémentaires y compris les recommandations pour lever la dormance
<i>Pinus virginiana</i>	TP	20-30	7	21	
<i>Pinus wallichiana</i> (<i>P. excelsa</i>)	TP	20-30	7	28	
<i>Platanus</i> spp.	TP	20-30	7	21	
<i>Populus</i> spp.	TP	20-30	3	10	
<i>Prunus avium</i> <i>Prunus padus</i> <i>Prunus serotina</i>	- - (S)	- - (20-30; (20))	- - (7)	- - (28)	1. Utiliser TZ 2. (Utiliser EET) 3. (Prérefrigerer 3-4 mois à 3-5°C)
<i>Pseudotsuga menziensis</i>	TP	20-30	7	21	Aucun refroidissement préalable et refroidissement préalable de 21 jours à 3-5°C. Épreuves doubles.
<i>Pyrus</i> spp.	- (S)	- (20-30)	- (7)	- (28)	1. Utiliser TZ 2. (Utiliser EET) 3. (Prérefrigerer 3-4 mois à 3-5°C)
<i>Quercus</i> spp.	TS; (S)	20	7	28	Tremper les semences jusqu'à 48 heures, détacher le 1/3 du côté du hile et retirer le testa
<i>Robinia pseudoacacia</i>	TP	20-30	7	14	1. Percer la semence ou limer ou écaler un fragment de testa du côté du cotylédon tremper 3 heures 2. (Tremper la semence entière dans H ₂ SO ₄ aussi longtemps que nécessaire pour trouser la surface du testa. Rincer soigneusement à l'eau)
<i>Rosa</i> spp. (sauf <i>R. multiflora</i>)	(S)	(20)	(35)	(70)	1. Utiliser TZ 2. (Prérefrigerer 12 mois en substrat humide)
<i>Rosa multiflora</i>	(T)	(10-30)	(7)	(28)	1. Utiliser TZ 2. (Prérefrigerer 28 jours à 3-5°C)
<i>Salix</i> spp.	TP	20-30	7	14	
<i>Sequoia sempervirens</i>	TP	20-30	7	21	
<i>Sequoiadendron giganteum</i>	TP	20-30	7	28	
<i>Sorbus</i> spp.	- (S)	- (20-30)	- (7)	- (28)	1. Utiliser TZ 2. (Prérefrigerer 4 mois à 3-5°C)
<i>Spartium junceum</i>	TP	20	7	14	Percer la semence ou limer ou écaler un fragment de testa du côté du cotylédon; tremper 3 heures
<i>Syringa reflexa</i>	TP	20	7	21	Aucun refroidissement préalable et refroidissement préalable de 27 jours à 3-5°C. Épreuves doubles.
<i>Syringa villosa</i>	TP	20-30	7	21	
<i>Syringa vulgaris</i>	TP	20	7	21	
<i>Taxodium distichum</i>	S -	20-30(20) -	7 -	28 -	1. Prérefrigerer 30 jours à 3-5°C 2. (Utiliser TZ)
<i>Taxus</i> spp.	- (S)	- (20-30)	- (7)	- (28)	1. Utiliser TZ 2. (Prérefrigerer 9 mois à 3-5°C)
<i>Tectona grandis</i>	S	30	14	28	Tremper dans l'eau et laisser sécher 3 jours; répéter l'opération 6 fois
<i>Thuja occidentalis</i>	TP	20-30	7	21	
<i>Thuja orientalis</i>	TP	20	7	21	

Tableau 2. (suite et fin)

Essences	Substrat	Température	Premier comptage (jours)	Dernier comptage (jours)	Directives supplémentaires y compris les recommandations pour lever la dormance
<i>Thuja plicata</i>	TP	20-30	7	21	
<i>Tilia cordata</i> <i>Tilia platyphyllos</i>	- (S)	- (20-30)	- (7)	- (28)	1. Utiliser TZ 2. (Utiliser EET) 3. (Prérefrigerer 6-9 mois à 3-5°C)
<i>Tsuga canadensis</i>	TP	15	7	28	Prérefrigerer 28 jours à 3-5°C
<i>Tsuga heterophylla</i>	TP	20	7	35	Aucun refroidissement préalable et refroidissement préalable de 21 jours à 3-5°C. Épreuves doubles.
<i>Ulmus americana</i> <i>Ulmus parviflora</i> <i>Ulmus pumila</i>	TP	20-30; (20)	7	14	Le péricarpe peut être retiré
<i>Zelkova serrata</i>	TP	10-30	7	28	Sans et avec prérefrigération de 14 jours à 3-5°C, épreuves doubles.

Règles à respecter au cours de l'essai de semences

Pour l'exploitant d'une pépinière, les résultats des essais servent principalement au calcul du taux d'ensemencement des graines. Au moyen des résultats des essais en laboratoire, de la densité de semis souhaitée et du pourcentage d'arbres prévus, l'exploitant peut déterminer la quantité de semences qu'il doit utiliser par unité de planche de semis. Plusieurs méthodes de calculs peuvent être employées à cette fin, mais l'équation suivante est la plus couramment utilisée :

$$W = \frac{A \cdot d}{n \cdot p \cdot g \cdot t}$$

où W = poids (en livres) des semences nécessaires par unité de planche,
 A = superficie de l'unité de planche en pieds carrés,
 d = densité finale souhaitée (nombre de semis par pied carré),
 n = nombre de semences par livre (déterminé au moment de l'ensemencement),

$$p = \frac{\text{pourcentage de pureté}}{100},$$

$$g = \frac{\text{pourcentage de germination}}{100},$$

$$t = \frac{\text{pourcentage d'arbres prévu}}{100},$$

Dans cette équation, on peut remplacer $p \cdot g$ par:

$$\frac{\text{semences viables pures (SVP)}}{100}$$

Par exemple, en supposant que chaque livre de semences renferme 8 000 graines (n), dont les pourcentages de pureté (b), de germination (g) et d'arbres estimatif (t) sont de 96, 88 et 70, pour ensemercer une planche de semis de 400 pi² (A) dans laquelle on veut obtenir une densité (d) de 20 semis par pied carré, il faut la quantité (W) de semences suivante:

$$W = \frac{400 \cdot 20}{8\,000 \cdot 0,96 \cdot 0,88 \cdot 0,70}$$

$$= \frac{8\,000}{4\,731} = 1,7 \text{ livres}$$

Détermination de la teneur en eau

Introduction

Il s'agit de déterminer la teneur en eau d'un échantillon de semences, c'est-à-dire la quantité d'eau que perdent les semences lorsqu'on les déshydrate dans des conditions précises. La teneur en eau s'exprime en pourcentage par rapport au poids de l'échantillon original, c'est-à-dire par rapport à son poids à l'état frais.

Ce test diffère des autres méthodes scientifiques employées pour déterminer la teneur en eau, lesquelles se fondent habituellement sur le poids sec des échantillons. Pour l'acquéreur de semences, il est plus utile de connaître la teneur en eau d'un échantillon à l'état frais; s'il prévoit acquérir un lot de graines de 100 kg dont la teneur en eau est de 20 %, il sait alors que 20 % du poids net de ce lot est constitué d'eau. S'il effectue ses calculs au moyen du poids sec des semences, la teneur en eau sera inférieure (par exemple, dans un lot dont le poids sec est de 100 kg, une teneur en eau de 20 % équivaldra à 16,5 kg environ).

Outre l'eau, les lots de semences contiennent d'autres matières, et les méthodes employées pour mesurer leur teneur en eau ne doit pas influencer sur elles. Par exemple, quand on sèche les semences dans un four, les composés volatiles qui y sont mêlés peuvent aussi s'évaporer et ainsi causer une perte de poids.

Transport des échantillons

Pour faire en sorte que l'échantillon qui servira à déterminer la teneur en eau d'un lot soit représentatif de celui-ci, il faut le placer dans un contenant hermétique et étanche dès qu'il est prélevé. Il faut éliminer autant d'air que possible du contenant avant de le refermer; en général, un sac de plastique à fermeture hermétique convient. L'échantillon doit rester dans le contenant jusqu'au moment où il sera évalué en laboratoire.

Exécution de l'essai

La détermination de la teneur en eau des échantillons doit être effectuée dès réception au laboratoire ou dans le plus bref délai possible. Au moment du test, l'analyste doit faire en sorte que l'échantillon soit exposé le moins possible à l'air du laboratoire, particulièrement si le degré d'humidité y est élevé.

Dessiccation au four

La méthode la plus couramment employée consiste à sécher les semences dans un four pendant une période donnée. Il est recommandé de se servir d'un four à convection forcée, car il offre l'avantage de maintenir une température plus uniforme lorsque de nombreux échantillons doivent être séchés. Les semences sont séchées dans des contenants qui peuvent être fermés au moyen de couvercles à la fin de la période de dessiccation. Les contenants (et les semences) sont alors refroidis dans un dessiccateur jusqu'à ce qu'ils atteignent la température de la pièce.

Dessiccateur

Il est important d'utiliser un dessiccateur. Lorsqu'elles sont retirées d'un four chaud, les semences sèches absorbent l'humidité de l'air très rapidement. Vous pourrez le constater vous-même en mettant un échantillon non recouvert qui vient d'être retiré d'un four sur une balance; le poids de l'échantillon augmentera. Il faut donc mettre un couvercle sur tous les contenants dès qu'ils sont retirés du four, puis les transférer rapidement dans un dessiccateur pour qu'ils refroidissent. Même lorsqu'ils ont atteint la température désirée, il faut se hâter de peser les contenants, car les semences sèches auront toujours tendance à absorber fort rapidement l'humidité.

Marche à suivre

On pèse d'abord le contenant vide et son couvercle; les couvercles et les contenants doivent être identifiés au moyen du même numéro au cas où ils seraient séparés. Les poids sont enregistrés à 3 décimales près.

Lorsque le temps est très humide, il est recommandé de sécher les contenants et les couvercles et de les laisser refroidir dans un dessiccateur avant de les employer.

Les échantillons soumis à l'analyse doivent être bien mélangés, ensuite au moins 2 échantillons de travail de 4 à 5 g chacun doivent être prélevés tour à tour, puis déposés dans les contenants. On pèse de nouveau les contenants et les couvercles qu'on place ensuite, le couvercle en-dessous, dans un four chauffé au préalable à 103°C. Tout cela doit se faire très rapidement afin de réduire au minimum l'exposition des échantillons à l'air ambiant. Il faut alors remettre le reste de l'échantillon d'analyse dans le contenant dans lequel il avait été expédié et le sceller de nouveau.

Les semences sont maintenues à une température de $103 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 17 ± 1 heures; le séchage commence lorsque le four (qui aura refroidi pendant que les échantillons y ont été déposés) a atteint de nouveau la température désirée. À la fin de la période de dessiccation, il faut remettre les couvercles sur les contenants auxquels ils sont destinés, puis placer ceux-ci dans un dessiccateur pour qu'ils refroidissent pendant au moins de 30 à 45 minutes. Après cette période de refroidissement, on pèse de nouveau les couvercles et les contenants.

Calculs

La teneur en eau, qui s'exprime en pourcentage par rapport au poids de l'échantillon, est calculée au moyen de l'équation suivante :

$$\text{Teneur en eau \%} = (M_2 - M_3) \cdot \frac{100}{(M_2 - M_1)}$$

- où M_1 = poids du contenant vide et de son couvercle,
 M_2 = poids du contenant, de son couvercle et de l'échantillon avant le séchage,
 M_3 = poids du contenant, du couvercle et de l'échantillon après le séchage.

Par conséquent, l'écart entre M_2 et M_1 représente le poids de l'échantillon avant le séchage, c'est-à-dire son poids à l'état «frais».

On calcule alors la moyenne des valeurs obtenues. L'écart entre les valeurs ne doit pas excéder les limites de tolérance qui varient selon la taille des semences et leur teneur en eau (avant séchage). Voici les limites de tolérance :

Taille des graines	Nombre de graines par kg	Teneur en eau initiale (%)	Tolérance (%)
Petites	>5000	<12	0,3
Petites	>5000	>12	0,5
Grandes	<5000	<12	0,4
Grandes	<5000	12-25	0,8
Grandes	<5000	>25	2,5

Si l'écart entre les valeurs maximale et minimale obtenues excède les limites de tolérance (dans le cas présent 0,3 ou 0,5 %), il faut refaire tout l'essai.

Si l'écart entre les valeurs maximale et minimale obtenues respecte les limites prévues, on inscrit le pourcentage de teneur en eau en arrondissant à une décimale près.

Numéro de station _____

Exercice 1

1. On vous remet un échantillon de graines d'un lot afin d'en déterminer la teneur en eau.
2. Pour cet exercice, vous avez besoin d'une balance. En travaillant deux par deux et le plus rapidement possible, divisez l'échantillon en deux parties égales, puis placez chacune d'entre elles dans les deux contenants qui vous ont été fournis. Mettez les couvercles sur les contenants, puis pesez ceux-ci. (Pour accélérer le processus, on vous donnera le poids des contenants vides.) Inscrivez vos résultats dans la colonne appropriée ci-dessous.
3. Enlevez les couvercles des contenants et placez les échantillons au four, les couvercles en dessous.
4. Maintenez le four à une température de $103 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant toute la nuit.
5. A votre retour, le lendemain, retirez les contenants du four un à un en les couvrant au fur et à mesure, puis déposez les échantillons dans un dessiccateur. Utilisez des pinces ou un gant isolant pour manipuler les échantillons chauds.
6. Au bout de 30 à 60 minutes au plus, retirez les échantillons du dessiccateur et pesez-les de nouveau. Inscrivez les résultats ci-dessous.
7. Calculez la teneur en eau de chaque échantillon, puis faites la moyenne. Déterminez si la gamme de valeurs obtenues respecte les limites de tolérance données à la page précédente. Le cas échéant, inscrivez les résultats au tableau (vous ne serez pas tenu de refaire l'essai si les valeurs ne respectent pas les limites prescrites).

Essence _____

Numéro du contenant	Poids du contenant vide (M_1)	Poids du contenant et des semences		$M_2 - M_1$	$M_2 - M_3$
		Avant la dessiccation (M_2)	Après la dessiccation (M_3)		

Échantillons 1:

$$\text{Teneur en eau (\%)} = (M_2 - M_3) \cdot \frac{100}{(M_2 - M_1)} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Échantillons 2:

$$\text{Teneur en eau (\%)} = (M_2 - M_3) \cdot \frac{100}{(M_2 - M_1)} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Moyenne de la teneur en eau (%) = _____

Le résultat est à l'intérieur / à l'extérieur des limites de tolérance.

Exercice 2

Numéro de station _____

1. Refaites l'exercice précédent au moyen d'un échantillon d'un autre lot de semences. Tous les échantillons (ceux destinés à l'exercice 1 et à l'exercice 2) peuvent être préparés tour à tour et mettre au four simultanément.
2. Inscrivez vos résultats ci-dessous et calculez la teneur en eau.

Essence _____

Numéro du contenant	Poids du contenant vide (M_1)	Poids du contenant et des semences		$M_2 - M_1$	$M_2 - M_3$
		Avant la dessiccation (M_2)	Après la dessiccation (M_3)		

Échantillon numéro 1

$$\text{Teneur en eau \%} = (M_2 - M_3) \cdot \frac{100}{M_2 - M_1} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Échantillon numéro 2

$$\text{Teneur en eau \%} = (M_2 - M_3) \cdot \frac{100}{M_2 - M_1} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Moyenne de la teneur en eau = _____ %

Le résultat est à l'intérieur / à l'extérieur des limites de tolérance.

Questions

1. Avez-vous observé une variation marquée de la teneur en eau d'un échantillon à l'autre, dans chaque lot de semences? L'écart était-il acceptable? (Voir le tableau présentant les limites de tolérance, page 30)
2. Quel écart avez-vous relevé entre les teneurs en eau des échantillons des deux lots de semences?
3. Achèteriez-vous (pour vous en servir dans votre pépinière) ces deux lots de semences maintenant que vous connaissez leur teneur en eau? Justifiez votre réponse.
4. De quelle manière l'échantillonnage pour la teneur en eau diffère-t-il de l'échantillonnage pour d'autres essais?

Essais rapides de la viabilité des semences

Introduction

Il est préférable de déterminer l'aptitude des graines d'un lot à produire des plants au moyen d'un test de croissance, soit l'évaluation de leur faculté germinative. Toutefois, lorsque cet essai ne peut être réalisé à cause des contraintes de temps ou autres, il faut estimer rapidement la viabilité des semences.

Il existe trois types de «tests rapides» qui servent couramment à l'évaluation de la viabilité des semences forestières : l'essai aux rayons X, l'essai au peroxyde d'hydrogène et l'essai colorimétrique au tétrazolium. Mentionnons qu'aucun de ces tests n'est parfaitement polyvalent, mais que chacun d'eux comporte ses avantages et inconvénients.

Objectifs

L'objectif de ces tests est d'estimer rapidement la viabilité des semences d'un lot, particulièrement lorsque les graines sont en état de dormance et que vous ne pouvez pas vous livrer à une long essai de germination. Par exemple, ces estimations rapides peuvent être utiles lorsque les installations ne vous permettent pas de réaliser un essai de germination normalisé.

Marche à suivre

1) Pour exécuter l'essai aux rayons X, on emploie un radiogramme réalisé au moyen d'un appareil produisant des rayons «mous», c'est-à-dire un appareil fonctionnant à faible tension. Les images radiographiques ressemblent à des négatifs de photographie: sur la pellicule, les zones des graines qui absorbent davantage de rayons X et qui les empêchent d'atteindre la pellicule sont plus pâles tandis que les éléments qui absorbent moins de rayons sont plus foncés. Les rayons X pénètrent donc plus ou moins les tissus de la graine selon leur épaisseur ou leur densité. Il est possible de distinguer les embryons (lorsque les graines en renferment) de l'albumen (tissu gamétophyte femelle) et du tégument externe. On peut aussi évaluer de façon relative de développement des principaux éléments des graines, ce qui permet d'estimer le pourcentage d'entre elles qui sont susceptibles de germer.

Les graines sont déposées sur une pellicule radiographique et exposées à des rayons X dont l'intensité est déterminée au préalable. On examine alors les radiographies afin de déterminer si les graines sont susceptibles de germer, (c'est-à-dire si l'embryon et

l'albumen sont assez développés et si l'on décèle la présence d'insectes et de dommages physiques). Pour interpréter les radiographies avec exactitude, il faut comparer périodiquement les données des tests aux rayons X avec les résultats d'une évaluation normalisée de la faculté germinative de graines du même lot.

2) Au cours de l'essai au peroxyde d'hydrogène, les graines trempent dans une solution diluée de peroxyde d'hydrogène et les embryons des graines viables allongent au bout de quelques jours. On croit que le peroxyde, qui est un oxydant puissant, favorise l'allongement en stimulant la respiration. On peut alors estimer le nombre de semences susceptibles de germer d'après le pourcentage d'entre elles qui allongent suffisamment au cours d'une période donnée (selon des critères préétablis).

On coupe ensuite les graines à l'extrémité du micropyle et on les fait tremper dans une solution diluée de peroxyde d'hydrogène pendant une semaine pour favoriser le développement de l'embryon. Pour vérifier l'exactitude des tests au peroxyde d'hydrogène, il faut comparer périodiquement leurs résultats avec ceux d'une évaluation normalisée de la faculté germinative des graines du même lot.

3) L'essai au tétrazolium est un test colorimétrique, où les tissus contenant des enzymes actives, qui peuvent donc respirer, transforment une solution incolore de chlorure ou de bromure de tétrazolium en un composé de formazan stable de couleur rouge. Le formazan colore les tissus vivants tandis que les zones nécrosées ou endommagées, incapables de respirer parce qu'elles ne renferment pas d'enzymes actives, restent incolores. On peut évaluer le nombre de graines susceptibles de germer d'après l'intensité de la coloration et l'emplacement des zones colorées sur l'embryon et l'albumen.

Les graines trempent dans une solution de chlorure ou de bromure de triphényltétrazolium pendant plusieurs heures. Les tissus qui respirent prennent une teinte rouge. Il est essentiel de noter l'emplacement des zones colorées ainsi que l'intensité de la coloration pour déterminer si les graines sont viables. De nouveau, pour vérifier l'exactitude des essais au tétrazolium, il importe de comparer périodiquement leurs résultats avec ceux d'une évaluation normalisée de la faculté germinative des graines du même lot.

Il suffit de quelques jours pour réaliser l'un ou l'autre de ces trois types d'essai; ceux-ci sont donc nettement plus rapides que l'essai de germination normalisé. C'est pourquoi on les désigne généralement

sous le nom «d'essais rapides». Toutefois, si l'on met en regard le nombre d'essais rapides exécutés en un mois et les résultats des essais de germination normalisé obtenus au cours de la même période, on se rend compte que les essais rapides sont plus coûteux et qu'on doit leur consacrer plus de temps.

Pour une description plus détaillée de ces méthodes d'essai, voir le rapport numéro 18 du ministère des Forêts et des Terres de la Colombie-Britannique (Ministry of Forests and Lands), intitulé *Quick tests for tree seed viability*.

Essai aux rayons X

Exercice 1 - Interprétation d'une radiographie

1. On vous remet un certain nombre de graines et une pellicule radiographique pour que vous observiez leur morphologie.
2. Disséquez une semence pleine : enlever d'abord son tégument externe (*testa*), puis coupez l'albumen (gamétophyte femelle, mégagamétophyte) de manière à pouvoir retirer l'embryon. Essayez de ne pas l'endommager en l'enlevant.
3. Faites un croquis en deux dimensions de l'anatomie de la graine disséquée à l'endroit prévu à cette fin. Vos croquis doivent être assez grands. Identifiez le tégument externe, l'albumen et l'embryon.
4. À l'aide d'une lame de rasoir, coupez longitudinalement les graines jusqu'à ce que vous en obteniez une dont tous les tissus sont nettement visibles sans être déplacés ou endommagés.
5. Faites un croquis assez grand de cette graine disséquée à l'endroit prévu à cette fin. Identifiez le tégument externe, l'albumen et l'embryon.
6. Examinez la radiographie à l'aide d'une loupe.
7. À l'aide de la radiographie, faites un croquis d'une graine pleine et identifiez ses principaux éléments. Identifiez les graines vaines.
8. Comparez les trois croquis des graines pleines.

--	--	--

Exercice 2 - Évaluation du développement de l'embryon, des graines vaines et des graines endommagées par les insectes

Numéro de station _____

1. On vous remet une radiographie de 25 graines.
2. Identifiez les graines pleines (P), vaines (V) et celles qui sont ravagées par des insectes (I). Inscrivez P, V ou I dans la première rangée de carrés correspondants ci-dessous.
3. Examinez le tableau et les illustrations présentés dans le *Quick test manual* (tableau 4, page 31; figures 14 à 22, pages 33 à 35). Classez ensuite les graines radiographiées. Inscrivez vos résultats dans la rangée inférieure de carrés.
4. Notez l'heure à laquelle vous commencez et terminez cet exercice.

Début : _____ Fin : _____ Durée : _____

Graines

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	

5. Résumez les données, qui ont été inscrites dans la rangée inférieure du tableau ci-dessus, et remplissez le tableau suivant :

Catégorie d'embryon/albumen	Nombre de graines
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Total	25

Passez à la page suivante

Numéro de station _____

6. Évaluez la viabilité des graines en déterminant le pourcentage d'entre elles se classant dans les catégories suivantes :

Graines viables (catégories 1 et 3) = _____ = _____%

Graines à la limite de la viabilité
(catégories 2, 4, 5, 6) = _____ = _____%

Graines non viables
(catégories 7, 8, 9, 10) = _____ = _____%

Total = **25** = **100%**

Pourcentage de graines viables = Total des catégories de 1 à 6 = _____%

Exercice 3 - Détermination du nombre de graines fraîches viables à la fin de l'essai de germination

Numéro de station _____

1. Examinez les radiographies de graines non germées à la fin de l'épreuve de germination. Ces graines ont été séchées pendant une ou deux heures avant d'être radiographiées.
2. Sur les radiographies, vous constaterez que les graines fraîches et viables absorbent fortement les rayons de façon uniforme. Les graines mortes permettent à une certaine quantité de rayons d'atteindre la pellicule, ce qui entraîne un noircissement plus ou moins marqué (c'est-à-dire que vous pourrez observer certains détails de la structure interne des graines).
3. À l'aide de ces précisions, identifiez les graines fraîches (F) et mortes (M) dans les carrés correspondants ci-dessous.
4. Inscrivez l'heure à laquelle vous commencez et terminez l'exercice.

Début : _____ Fin : _____ Durée : _____

Graines

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

5. Résumez vos résultats.

Pourcentage de graines fraîches _____ = _____ %

Pourcentage de graines mortes _____ = _____ %

Total = **25** = **100 %**

Passez à la page suivante

Essai de germination

Exercice 4 - Évaluation de la faculté germinative d'un échantillon de graines

Numéro de station _____

1. Comme vous avez appris à le faire au chapitre sur l'essai de germination, comptez le nombre de plantules (normales et anormales) dans l'échantillon qui vous a été remis.
2. Calculez le pourcentage de plantules normales et anormales; il n'est pas nécessaire d'examiner les graines non germées.
3. Calculez le pourcentage de germination de l'échantillon.
4. Inscrivez l'heure à laquelle vous commencez et terminez l'exercice.

Début : _____ Fin : _____ Durée : _____

Pourcentage de plantules normales _____ = _____ %

Pourcentage de plantules anormales _____ = _____ %

Pourcentage de graines non germées _____ = _____ %

Total = **25** = **100%**

Essai au peroxyde d'hydrogène

Exercice 5 - Évaluation au peroxyde d'hydrogène d'un échantillon de graines

Numéro de station _____

L'essai au peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) consiste à faire une incision dans le tégument externe de la graine à l'extrémité du radicule et à faire tremper ces semences dans une solution de H_2O_2 de 1 % pendant une semaine. Au bout de cette période, il faut compter le nombre de graines dont les embryons ont une longueur de plus de 1 mm. Une description plus détaillée de cet essai est présentée aux pages 3 à 5 du *Quick test manual*.

1. On vous remet un échantillon de graines dont les radicules ont été coupées et qui trempent dans du peroxyde d'hydrogène depuis une semaine.
2. Au début de cet exercice, vous devez compter le nombre de graines dont la radicule mesure plus de 1 mm (embryon émerge du tégument externe) et changer la solution de H_2O_2 . Pour ce faire, consultez la page 5 du *Quick test manual*. Certains embryons se seront peut-être dépouillés de leurs téguments externes. Retirez les embryons et les graines vaines de la solution. Les graines dont les embryons n'émergent pas du tégument externe doivent être supprimées et ne servent donc pas à déterminer le pourcentage de germination. Il faut toutefois inscrire leur pourcentage au tableau ci-dessous. Par conséquent, le dénombrement final peut être inférieur au dénombrement initial. Inscrivez vos résultats à l'endroit approprié ci-dessous.
3. Notez l'heure à laquelle vous commencez et terminez cette première partie de l'exercice.
4. À la fin de l'essai, comptez les graines dont la radicule mesure plus de 1 mm et celle qui ont une radicule moins de 1 mm (consultez le tableau 1 de la page 5 du *Quick test manual*). Inscrivez vos résultats dans les espaces appropriés ci-dessous.
5. Notez l'heure à laquelle vous commencez et terminez cette deuxième partie de l'exercice.

Dénombrement	Temps			Nombre d'embryons		
	Début	Fin	Durée	Graines dont la radicule mesure plus de 1 mm	Graines dont la radicule mesure moins de 1 mm	Supprimés
Premier						
Deuxième						
Total						

6. Résumez les résultats des deux dénombrements.

Durée totale de l'essai = _____

Pourcentage de germination en fonction du nombre de graines dont la radicule mesure plus de 1 mm = _____%

Pourcentage de germination en fonction du nombre de graines dont la radicule mesure plus de 1 mm + le nombre de graines dont la radicule mesure moins de 1 mm = _____%

Pourcentage de germination en fonction du nombre de graines dont la radicule mesure plus de 1 mm + la moitié du nombre de graines dont la radicule mesure moins de 1 mm = _____%

Essai au tétrazolum

Exercice 6 - Évaluation au tétrazolum d'un échantillon de graines

Numéro de station _____

L'essai au tétrazolum (TZ) consiste à distinguer les tissus vivants des zones nécrosées des embryons et de l'albumen au moyen d'une coloration topographique. Pour une description plus détaillée de l'essai au tétrazolum, consultez les pages 13 à 20 du *Quick test manual*. Les figures 6 à 11, aux pages 18 à 19, donnent des exemples de diverses colorations.

1. Au début de l'atelier, faites tremper l'échantillon dans de l'eau, puis coupez les graines et mettez-les dans une solution de tétrazolum.
2. Notez l'heure à laquelle vous commencez et terminez la première partie de cet exercice.
3. À la fin de l'essai, retirez les graines de la solution de TZ et rincez-les au moins deux fois dans de l'eau.
4. D'après les critères présentés au tableau 2 (page 16) du *Quick test manual*, classez les graines (susceptibles ou non susceptibles de germer) et inscrivez vos résultats dans les espaces appropriés du tableau ci-dessous.
5. Notez l'heure à laquelle vous commencez et terminez cette deuxième partie de l'exercice.

Étape de l'essai	Temps		
	Début	Fin	Durée
Trempe dans de l'eau			
Coupe/trempe dans TZ			
Rinçage/classement			

Catégorie de coloration	Nombre de graines	
1		
2		
3		
4		
5		
Total	=	25

6. Résumez vos résultats.

Pourcentage de graines pouvant germer _____ = _____ %
 Pourcentage de graines susceptibles de germer _____ = _____ %
 Pourcentage de graines ne pouvant pas germer _____ = _____ %
 Total = 25 = 100 %

7. D'après vos résultats, estimez le pourcentage de germination des graines.

Pourcentage de germination = _____ %

Exercice 7 - Évaluation aux rayons X d'un échantillon de graines

Numéro de station _____

1. Comme vous l'avez fait au cours des exercices précédents, étudiez les radiographies de graines qu'on vous a remises.
2. Dans la première rangée de carrés ci-dessous, classez les graines selon les catégories suivantes: pleines (P), vaines (V) et endommagées par les insectes (I).
3. Dans la deuxième rangée de carrés, inscrivez les catégories d'embryon/albumen. Pour ce faire, voyez l'exercice 2.
4. Notez l'heure à laquelle vous commencez et terminez cet exercice.

Début : _____ Fin : _____ Durée : _____

Graines

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	

5. Résumez les résultats inscrits dans la rangée inférieure de carrés au moyen du table suivant:

Catégorie d'embryon/albumen	Nombre de graines
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Total	= 25

Passez à la page suivante

Numéro de station _____

6. Estimez le pourcentage de germination des graines en évaluant le nombre d'entre elles qui se classent dans les catégories suivantes.

Pourcentage de graines pouvant germer _____ = _____ %
(catégories 1, 3)

Pourcentage de graines susceptibles de germer _____ = _____ %
(catégories 2, 4, 5, 6)

Pourcentage de graines ne pouvant pas germer _____ = _____ %
(catégories 7, 8, 9, 10)

Total = **25** = **100%**

Pourcentage de germination = _____ %

Questions

1. Dans quelles circonstances décideriez-vous de réaliser un essai rapide pour déterminer la viabilité d'un lot de semences forestières?
2. Dans quelles circonstances choisiriez-vous 1) l'essai aux rayons X, 2) l'essai au peroxyde d'hydrogène et 3) l'essai au TZ?
3. Quels sont les avantages et les inconvénients de chaque type d'essais rapides?
4. Les essais rapides vous permettent-ils d'évaluer adéquatement la viabilité des graines?
5. Les écarts enregistrés au cours des essais rapides sont-ils comparables aux écarts obtenus pendant les essais de germination normalisés?
6. Les résultats des essais rapides devraient-ils être étalonnés (avec les résultats des épreuves de germination)? Pourquoi?
7. D'après vous, dans quelle mesure les résultats des essais rapides sont-ils fiables?

Réponses à la Question 3
(Page 9, dans la section «Analyse de Pureté»)

Supposez au départ que les graines des deux lots ont la même taille.

Lot de Graines A:

pourcentage de germination: 85,
pourcentage de pureté: 92,
teneur en eau: 9 %, prix: 250 \$/kg

Supposez que le lot comporte 10 000 graines par kilogramme:

Le pourcentage de pureté du lot est de 92 %, de sorte qu'il ne reste que 9 200 graines par kilogramme. Étant donné que 85 % d'entre elles sont susceptibles de germer, chaque kilogramme de graines devrait donner 7 820 plantules:

$$\text{c'est-à-dire: } 10\,000 \times 0,92 \times 0,85 = 7\,820$$

À un coût de 250 \$/kg, le coût des graines/plantule = $250 \$ / 7\,820 = 0,320$ cents. Pour obtenir 500 000 plantules, le coût des graines serait de 1 600 \$.

Lot de Graines B:

pourcentage de germination: 78,
pourcentage de pureté: 99,
teneur en eau: 8 %, prix: 230 \$/kg

Les graines ont exactement la même taille que celles du lot A. Toutefois, la teneur en eau du lot B est inférieure de 1 %. Par conséquent, chaque kilogramme contient 100 graines de plus (c'est-à-dire 10 100 graines par kilogramme).

Le pourcentage de pureté du lot est de 99, de sorte que chaque kilogramme devrait renfermer 9 999 graines. Étant donné que 78 % d'entre elles sont susceptibles de germer, chaque kilogramme devrait donner 7 799 plantules:

$$\text{c'est-à-dire: } 10\,100 \times 0,99 \times 0,78 = 7\,799$$

À un coût de 230 \$/kg, le coût des graines/plantule = $230 \$ / 7\,799 = 0,295$ cents. Pour obtenir 500 000 plantules, le coût des graines serait de 1 475 \$.

D'après ces données, il serait plus avantageux, semble-il, d'acheter le lot B, étant donné qu'il permettrait d'économiser plus de 100 \$. Ceci est principalement dû au fait que ce lot présente un plus fort pourcentage de pureté ainsi qu'une teneur en eau légèrement inférieure.

Bibliographie

- Edwards, D.G.W. 1987. Méthodes de contrôle des semences forestières au Canada/Methods and procedures for testing tree seeds in Canada. Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Pacifique, Victoria (C.-B.). Rapport technique de foresterie 36, 31 p.
- Edwards, D.G.W.; Pollard, D.F.W.; Wang, B.S.P. 1988. Guidelines for grading and labelling forest tree seeds in Canada. *Forestry Chronicle* 64(4):334-344.
- Leadem, C.L. 1984. Quick tests for tree seed viability. British Columbia Ministry of Forests, Land Management Report 18, 45 p.
- Morgenstern, E.K.; Carlson, L.W. (ed.). 1979. Tree seed production and tree improvement in Canada - research and development needs 1977-1987. Proc. National Workshop, Petawawa Forest Experiment Station, Chalk River, 1978. Environment Canada, Forestry Service, Information Report PS-X-74. 94 p.

Formulaire de l'évaluation de l'atelier

1. Quelle est votre expérience en matière d'évaluation des graines?

Aucune Limitée Considérable

2. La matière qui vous a été présentée au cours de l'atelier vous a-t-elle été utile?

3. Quels sont les renseignements qui vous ont été les plus utiles?

4. Évaluer les points ci-dessus en utilisant les critères suivants: (1) passable, (2) moyen, (3) supérieur

- | | | | |
|----------------------------------|---|---|---|
| a. organisation des sujets, etc. | 1 | 2 | 3 |
| b. installations | 1 | 2 | 3 |
| c. matériel audiovisuel | 1 | 2 | 3 |
| d. équipement de laboratoire | 1 | 2 | 3 |
| e. exercices en laboratoire | 1 | 2 | 3 |
| f. documentation | 1 | 2 | 3 |
| g. instructeurs | 1 | 2 | 3 |

5. Évaluer les points ci-dessus en utilisant les critères suivants: (1) inutile, (2) instructif mais non pas essentiel ou (3) utile

- | | | | |
|----------------------|---|---|---|
| a. échantillonnage | 1 | 2 | 3 |
| b. analyse de pureté | 1 | 2 | 3 |

c. essai de germination 1 2 3

d. détermination du poids des grains 1 2 3

e. détermination de la teneur en eau des graines 1 2 3

f. essai au TZ 1 2 3

g. essai aux rayons X 1 2 3

h. essai au peroxyde d'hydrogène 1 2 3

6. Le groupe était-il assez homogène pour travailler ensemble d'une manière efficace?

7. L'atelier s'est-il déroulé trop rapidement, trop lentement ou à un rythme approprié?

8. Y a-t-il d'autres sujets qui devraient être abordés au cours d'un tel atelier?

9. Une mise à jour vous intéresserait-elle? Si oui, à quel moment?

10. À votre avis, comment l'atelier pourrait-il être amélioré?