UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

Contribution à l'étude de la levée de l'empechement germinatif des semences de diverses provenances de leucaena leucocephala (LAM) de WIT : cas de Bujumbura Mairie , de Gitega et de Mugere

Bigirimana, Joseph; Sous la direction de : Prof. Dr. Antoine Bindariye

2000-09
UB, FS : Biologie
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2252

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA LEVEE DE L'EMPECHEMENT GERMINATIF DES SEMENCES DE DIVERSES PROVENANCES DE *Leucaena leucocephala* (LAM.) de WIT : CAS DE BUJUMBURA-MAIRIE, DE GITEGA ET DE MUGERE.

Par

Joseph BIGIRIMANA

Sous la direction de :

Prof. Dr. Antoine BINDARIYE

Mémoire présenté et défendu publiquement en vue de l'obtention du grade de

Licencié en Sciences Biologiques

Bujumbura, Septembre 2000

DEDICACE

A notre regretté père,

A tous les disparus de notre sang et de notre amitié pour le pieux souvenir que nous gardons toujours d'eux,

A toute notre chère famille,

A tous nos amis,

A tous ceux qui se donnent corps et âme pour une alimentation équilibrée de l'humanité sans oublier de sauvegarder l'environnement,

Nous dédions ce mémoire.

AVANT-PROPOS

Au seuil de ce mémoire, nous prions tous ceux de près ou de loin qui ont contibué à sa réalisation, d'agréer l'expression de nos remerciements.

Tout d'abord, nous traduisons notre respect et notre reconnaissance envers le Professeur BINDARIYE Antoine, Docteur en Sciences Botaniques et Directeur-Adjoint de l'Ecole Normale Supérieure (E.N.S.), pour ses mérites. En effet, étant le promoteur et le directeur de ce mémoire, nous ne saurons jamais assez souligner la part de sa rigueur scientifique, de la pertinence de ses remarques, de sa disponibilité et de son encouragement pour la bonne marche de ce dernier.

Une part essentielle des valeurs tant intellectuelles qu'humaines déjà acquises sont l'acte de nos enseignants, et puissance de notre avenir. Pour nous avoir donné le meilleur d'eux-mêmes, ils méritent donc tous, particulièrement ceux du Département de Biologie, notre vive et profonde gratitude.

Nos remerciements s'adressent également à l'endroit du personnel du Département des Forêts du Ministère de l'Amenagement du Territoire et de l'Environnement pour nous avoir fourni généreusement le matériel semencier de nos essais.

A nos parents, source de notre existence, nous leur devons pour toujours une reconnaissance sans bornes. A la famille Cyprien SUTWONIGIZE et à tous les membres de notre chère famille, qui sans jamais se lasser ont sué sang et eau pour alléger nos soucis et peines, ce travail est entièrement le vôtre.

Nous profitons également de l'occasion qui nous est offerte afin d'exprimer à nos amis notre réelle satisfaction car ils n'ont ménagé aucun effort pour nous soutenir : citons notamment BUGEGENE Alain et BIZOZA Thérence dont l'appui technique a grandément contribué à la réalisation du présent travail.

A tous nos camarades, et à toutes les personnes non nommément citées ici et qui nous ont prêté main forte, nous leur exprimons notre attachement.

UNIVERSITE DU BURUNDI
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

RESUME

Titre : « **Contribution à l'étude de la levée de l'empêchement germinatif des semences de diverses provenances de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de WIT: cas de Bujumbura-Mairie, de Gitega et de Mugere** ».

L'écophysiologie de la germination des semences de *Leucaena leucocephala* reste encore mal connue alors que cette essence présente de multiples intérêts tant écologiques qu'économiques. C'est pourquoi nous avons donc décidé d'entreprendre des recherches en vue d'apporter notre contribution à l'étude de la germination de cette plante.

Etant une légumineuse, l'empêchement germinatif des semences de cette essence est quasi certaine. Toutefois, nous avons dans un premier temps effectué des essais préliminaires pour nous en rendre compte nous-mêmes. Par la suite, deux modalités d'une conservation à sec : à température ambiante (± 25 °C) sur une table et à température alternante (15~30 °C), ainsi qu'un trempage dans de l'eau oxygénée (1%) ont été mis en route pour essayer de mettre un terme à cet obstacle germinatif. Nos essais ont porté sur trois provenances semencières (Bujumbura-Mairie, Mugere et Gitega).

Dans les conditions expérimentales utilisées, l'analyse des résultats obtenus a montré que :

- Le trempage dans de l'eau oxygénée (1%) des semences de *L. leucocephala* semble améliorer leurs performances germinatives.
- La conservation à sec et à température alternante (15~30 °C) augmenterait de manière significative seulement la vitesse de germination de nos semences.
- La conservation à sec et à température ambiante sur une table ne semble pas favoriser la germination de nos graines.
- Les performances germinatives des semences de la plaine de l'Imbo (Bujumbura-Mairie et Mugere) seraient similaires et toujours supérieures à celles des semences provenant des Plateaux Centraux (Gitega).

Sous la direction de :
Prof. Dr. BINDARIYE Antoine

Mémoire présenté et defendu publiquement en vue de l'obtention du grade de Licencié en **Sciences Biologiques**

par **Joseph BIGIRIMANA**

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....i

AVANT-PROPOS.....ii

RESUME.....iii

TABLE DES MATIERES.....iv

0. INTRODUCTION GENERALE.....1

0.1. Cadre et opportunité des recherches.....2

0.2. Portée et limites des recherches.....4

I^{ERE} PARTIE : REVUE DE LA LITTERATURE.....5

CHAP.I. QUELQUES DONNEES SUR LES SEMENCES.....6

I.1. Définition.....6

I.2. Origine et développement de la graine et du fruit.....6

I.3. Classes de semences.....10

I.4. Qualité et viabilité des semences.....11

I.5. Notion de provenance semencière.....13

CHAP.II. GERMINATION ET DORMANCE SEMENCIERES.....16

II.1. La germination et ses caractéristiques.....16

II.2. Quelques données sur la dormance des semences.....21

CHAP.III. SYSTEMATIQUE ET DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DE *Leucaena leucocephala* (LAM.) de WIT.....26

III.1. Systématique.....26

III.2. Description botanique.....26

III.3. Distribution géographique.....28

III.4. Habitat de *Leucaena leucocephala* au Burundi.....29

CHAP.IV. QUELQUES DONNEES DE LA LITTERATURE RELATIVES A LA GERMINATION DE *Leucaena leucocephala* (LAM.) de WIT.....35

IV.1. Conditions optimales de rentabilité germinative.....35

IV.2. Origine de sa dormance.....36

IV.3. Prétraitements germinatifs généralement utilisés.....37

II^{EME} PARTIE : MATERIEL ET METHODES.....40
CHAP.I. MATERIEL SEMENCIER.....41
I.1. Provenances semencières.....41
I.2. Modalités de récolte, d'extraction et de stockage.....42
CHAP.II. METHODES.....45
II.1. Prétraitement.....45
II.2. Modes de semis et conditions d'incubation.....46
II.3. Arrosage, contrôle et dénombrement des germinations.....47
II.4. Expression des résultats.....48
III^{EME} PARIE : RECHERCHES EXPERIMENTALES.....50
CHAP.I. EFFET DE LA CONSERVATION A SEC ET A TEMPERATURE AMBIANTE.....51
I.1. Introduction.....51
I.2. Protocole.....51
I.3. Résultats.....52
I.4. Commentaires.....52
I.5. Discussion.....57
I.6. Conlusions.....60
CHAP.II. INFLUENCE DE LA CONSERVATION A SEC ET A TEMPERATURE ALTERNANTE.....61
II.1. Introduction.....61
II.2. Protocole.....61
II.3. Résultats.....62
II.4. Commentaires.....68
II.5. Discussion.....69
II.6. Conlusions.....70
CHAP.III. ACTION DE L'EAU OXYGENEE.....72
III.1. Introduction.....72
III.2. Protocole.....72
III.3. Résultats.....73
II.4. Commentaires.....79
III.5. Discussion.....80

III.6. Conlusions.....81
SYNTHESE ET CONCLUSIONS GENERALES.....83
BIBLIOGRAPHIE.....87

0. INTRODUCTION GENERALE

0.1. Cadre et opportunité des recherches

Les problèmes liés à l'alimentation et à l'altération de l'environnement constituent depuis plusieurs décennies un casse-tête planétaire. Dans les pays du Tiers-monde dont fait partie le Burundi, il s'agit en l'occurrence de la pénurie alimentaire et de la dégradation des sols consécutives au déboisement et à l'érosion. En fait, nos populations sont encore à majorité rurales et vivent principalement de l'agriculture. Dans certaines régions, une forte densité démographique provoque un manque de terres agricoles et le déboisement s'accélère (FAO, 1981). De vastes superficies forestières disparaissent alors au profit de l'agriculture. Parallèlement, beaucoup de terres agricoles sont perdues du fait de l'érosion et de la dégradation des sols.

Ainsi, l'extension des terres incultes conjuguée à la baisse de la production accroît la demande de terres vierges et instaure le cercle vicieux du déboisement et de la dégradation des sols. Cela place nos populations sous le signe permanent de la faim voire même de la famine. L'alimentation devient alors une arme constamment braquée par les pays développés sur ces peuples de la misère dont l'agriculture est défaillante. L'encombrement des marchés solvables transforme l'agriculture en fournisseur de matières prernières dont les utilisations ne sont pas exclusivement alimentaires (JACQUES et BERTRAND, 1985).

L'existence d'essences encore peu connues, à croissance rapide et aux usages multiples comme *Leucaena leucocephala*, ne serait-il pas un atout prépondérant pour relever ces multiples défis en zone tropicale? Bien évidemment, son rôle s'est déjà avéré capital pour le développement rural en général et le développement agricole en particulier. En effet, du seul fait d'être à la fois un arbre ou un arbuste et une légumineuse, il enrichit et maintient la fertilité du sol : 200 à 300 kg d'azote sont fixés par an et par hectare (N.A.S., 1984). Utilisé comme rideau-abri et brise-vent, la couronne de son feuillage protège le sol et les plantes sciaphiles de l'influence directe du soleil, de la pluie et du vent. Bref, *L. leucocephala* participe à la protection des bassins versants, à la reforestation, à la lutte contre l'érosion du sol, au maintien et la sauvegarde des espèces florales et faunistiques couramment exploitées. Tous ces éléments concourent au maintien d'un système d'agriculture viable (FAO, 1981).

A côté de ses effets écologiques très bénéfiques sur l'agriculture, les jeunes gousses, les graines et les feuilles de cette plante sont comestibles par l'homme. Elles sont riches en protéines, en vitamines, en sels minéraux et autres substances organiques. Cette espèce améliorerait surtout la production zootechnique par ses qualités fourragères : très nourrissante, très appétissante et très digeste (FACAGRO, 1987).

Concernant son bois, il possède une densité et une capacité calorifique exceptionnelles (4200 à 4600 calories/kg) ainsi qu'un charbon excellent. Il défie la hache du bûcheron par la repousse rapide des souches. Il est une source potentielle de la pâte à papier et possède des dimensions suffisantes pour l'œuvre et le sciage (FACAGRO,1987).

Comme autres usages, cette espèce est une essence ornementale. Elle fournit des perles à partir de ses graines, et différentes teintures sont extraites des gousses, des feuilles et de l'écorce. Elle aurait enfin des propriétés médicinales particulières. En effet, divers dérivés de cette plante seraient des remèdes pour les ulcères d'estomac, les morsures de serpents, les furoncles, les éruptions, les enflures, la spermatorrhée, la lèpre, les diarrhées, les gonorrhées, le cancer, le diabète et les contractions musculaires (FACAGRO, 1987).

Au demeurant, *L. leucocephala* serait probablement la légumineuse tropicale qui se prête aux usages les plus multiples. Cependant, il reste encore une essence négligée et son potentiel n'est qu'alors très faiblement exploité. La documentation sur les connaissances et l'expérience acquises dans ce domaine sont limitées. En l'occurrence, ses semences présentent des difficultés germinatives qui sont encore loin d'être totalement élucidées. Sans prétraitement préalable, ces obstacles à la germination compromettent cruellement la production de la plantule et donc le cycle complet de cette espèce.

Ce travail s'inscrit donc dans le cadre des recherches entreprises au Burundi et ailleurs dans le monde pour cet arbre. Nous espérons qu'il constituera une contribution, si modeste soit-elle, à la meilleure connaissance de l'écophysiologie de la germination

de cette essence.

0.2. Portée et limites des recherches

Les recherches engagées dans ce travail n'avaient pas l'ambition d'épuiser le sujet en rapport avec la germination des graines de *L. leucocephala*. Il s'additionne à d'autres déjà réalisés au Burundi et ailleurs dans le monde.

Notre première conduite a été de vérifier l'existence d'un empêchement germinatif chez les graines de *L. leucocephala* bien que déjà plusieurs fois signalé (GONZALEZ, 1966; OAKES, 1968, BENGE, 1977; HARUSHA, 1996). A cet effet, des lots de semences ont été incubés dans les conditions thermiques estimées les meilleures (30 °C).

Par la suite, quelques prétraitements susceptibles de vaincre cet obstacle germinatif ont été essayés. Ainsi, deux modalités de conservation à sec ont été envisagées: à température ambiante (sur une table) et à température alternante (15-30 °C). De même, l'action de l'eau oxygénée sur la levée de l'empêchement germinatif a été testée. Dans l'optique de pouvoir apprécier l'impact de la provenance semencière sur le processus germinatif, tout essai réalisé concernait des graines de trois origines semencières.

Notons cependant que nos recherches sont loin d'être exhaustives compte tenu de l'étendue des investigations à mener sur la germination de *L. leucocephala*. Le manque de temps, d'équipement approprié et de matériel semencier suffisant justifient ces lacunes. Ils ont d'ailleurs empêché d'effectuer un certain nombre d'essais pourtant initialement prévus.

Enfin notre travail a été subdivisé en trois parties principales. La première est une revue de la littérature relative à la germination. La deuxième présente les méthodes et le matériel utilisés. Enfin, la troisième concerne les recherches expérimentales effectuées.

I^ERE PARTIE :

REVUE DE LA LITTERATURE

CHAP.I. QUELQUES DONNEES SUR LES SEMENCES

I.1. Définition

Les semences sont les précurseurs des générations ultérieures d'une plante (FAO, 1982). Botaniquement parlant, "semence" ne désigne pas un organe défini, mais tout ce qui se sème et de tout ce que la plante dissémine (COME, 1970). Il s'agit alors de spore, de graine, de fruit ou de fragment de fruit, d'infrutescence ou de fragment d'infrutescence, d'organe végétatif (bulbe, tubercule, ...) ou même de la plante entière (cas de la rose de Jéricho).

De toutes ces unités de dispersion (EVENARI, 1961), nous allons nous étendre un peu plus sur les caractéristiques de la graine.

I.2. Origine et développement de la graine et du fruit

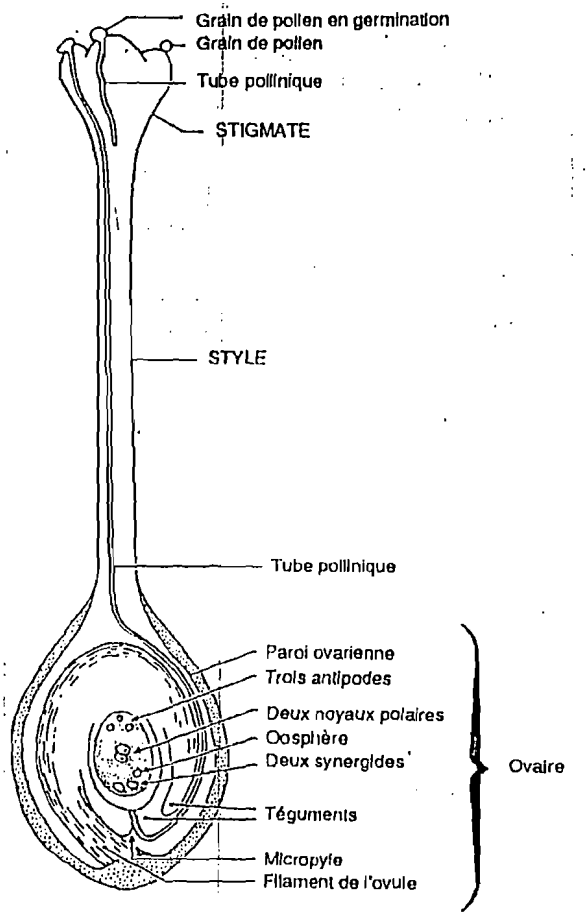
Une connaissance de certains éléments de la biologie des graines s'avère essentielle pour une manipulation convenable. Certes, la régénération artificielle des semences permet dans une large mesure, le contrôle des conditions de leur récolte, leur préparation, leur entreposage et leur traitement. Cependant, leurs caractéristiques inhérentes ont évolué à la suite de nombreux millénaires d'adaptation à la régénération naturelle dans des conditions locales particulières.

I.2.1. La graine d'angiospermes

La graine est un organe reproducteur qui se développe à partir d'un ovule, généralement après fécondation (COME, 1970; FAO, 1992). Elle représente l'étape finale de ce dernier. La figure 1 illustre l'étape précédant la fécondation.

Au moment de la fécondation, un ovule d'angiosperme type consiste en une ou deux enveloppes protectrices (les téguments) et en un tissu central (le nucelle). Ces derniers ne sont souvent différenciés qu'au niveau du micropyle.

Figure 1: Coupe longitudinale d'un pistil d'angiosperme type avant fécondation (D'après USDA Forest Service, 1974).



La méiose de la cellule mère, suivie de plusieurs divisions cellulaires mitotiques conduit à la formation du sac embryonnaire. Celui-ci est une structure comportant sept cellules à huit noyaux haploïdes, qui occupent la partie centrale du nucelle (CHUNTANAPARB, 1975). Lorsque le tube pollinique atteint le sac embryonnaire, il libère deux gamètes mâles. L'un d'eux s'unit à l'un des noyaux du sac embryonnaire (l'oosphère) pour former un zygote qui donnera par la suite la plante embryonnaire diploïde. L'autre gamète mâle s'unit à deux autres noyaux femelles (noyaux polaires) formant ainsi une cellule triploïde qui se transforme en endosperme. Celui-ci est un tissu qui fait office de réserves nutritives de l'embryon en développement. Les cinq noyaux restant du sac embryonnaire (les deux synergides et les trois antipodes) ne jouent aucun rôle dans le développement de la graine. La fécondation de l'oosphère et la triple fusion avec les noyaux polaires sont nécessaires à la formation d'une graine viable. Les termes développés dans ce passage sont illustrés par les figures 1 et 2.

A maturité, les constituants essentiels de toutes les graines sont l'embryon, l'enveloppe protectrice (téguments) et une réserve de substances nutritives qui peuvent être stockées dans les cotylédons, l'hypocotyle, l'endosperme ou le périsperme. Les figures 3A et 3B représentent respectivement les cas où l'endosperme et les cotylédons constituent les organes de réserves.

Dans le présent paragraphe, nous nous sommes uniquement limités à un simple et bref exposé de la biologie des graines d'angiospermes. Il faut pourtant savoir que les détails de développement de la graine varient beaucoup d'un genre à l'autre. Notons enfin qu'il existe peu de descriptions détaillées du développement des graines des arbres forestiers tropicaux.

Figure 2: Origine de divers éléments constitutifs des semences sèches (D'après COME, 1970).

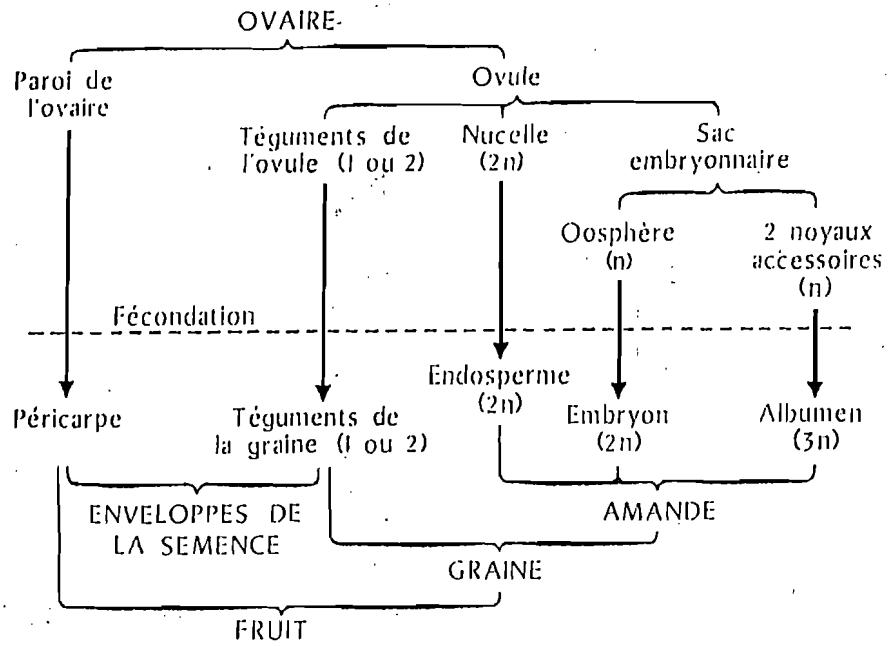
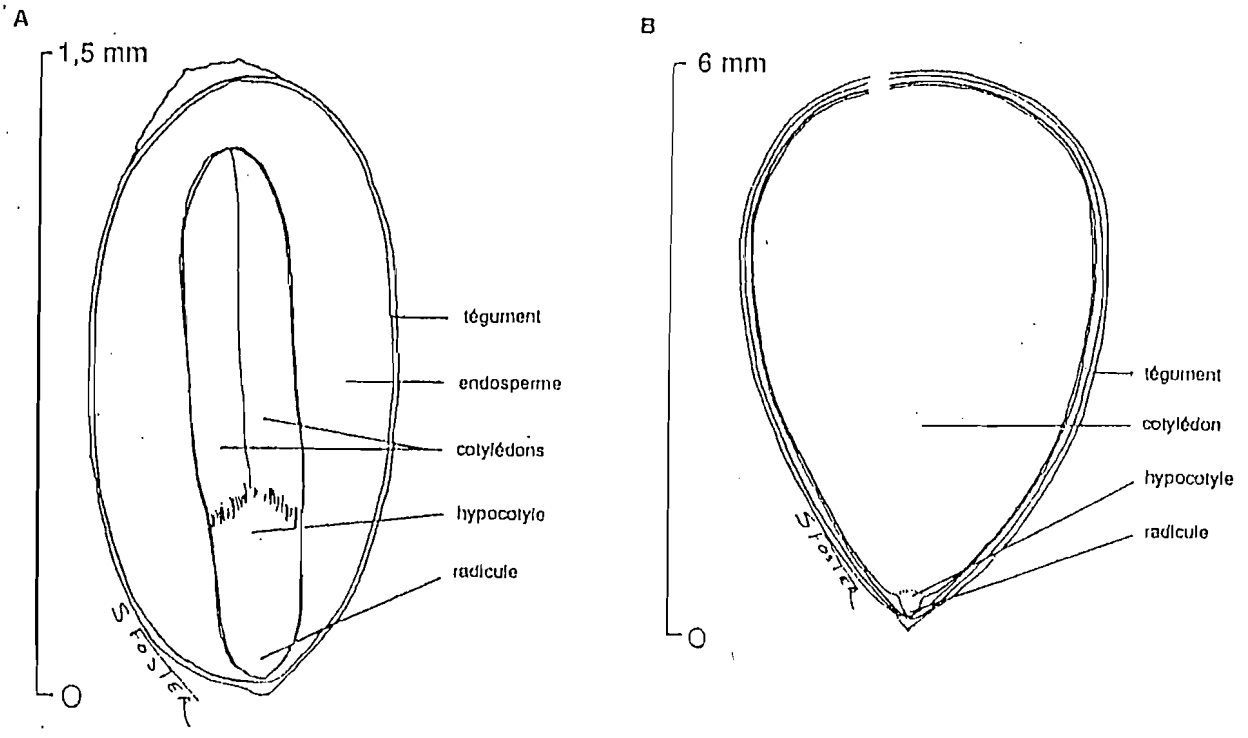


Figure 3: Coupe longitudinale de graines mûres de: (A) *Paulownia tomentosa* avec un endosperme bien visible; et de (B) *Tectona grandis*, où l'endosperme a disparu et où le cotylédon occupe presque la totalité de la partie interne de la graine (D'après USDA Forest Service, 1974).



I.2.2. Le fruit d' angiospermes

Le développement de l'ovule fécondé s'accompagne normalement de la maturation du fruit comme l'illustre la figure 2. Il résulte du développement de l'ovaire. Du point de vue physiologique, le fruit se distingue de la graine par une enveloppe de plus qu'elle: le péricarpe. Celui-ci se forme dans le cas le plus simple par l'épaississement de la paroi ovarienne. A maturité, il peut être:
- déhiscent tels sont les cas de la capsule d'*Eucalyptus* et de la gousse des légumineuses;
- indéhiscent et sec comme chez l'akène, la samare et la noix;
- indéhiscent et charnu telles que la baie et la drupe.

Chez certaines espèces, d'autres parties de la fleur, aussi bien que la paroi ovarienne participent à la formation de l'ovaire. C'est ainsi qu'après soudure, les bractées se développent en involucre au-dessus de la fleur. Elles peuvent alors constituer une enveloppe protectrice partielle ou entière supplémentaire. Certains fruits sont d'ailleurs formés par coalescence d'une inflorescence entière.

Dans le présent point, nous venons d'aborder uniquement de manière partielle les cas généraux du développement des fruits des angiospermes. Mais d'orès et déjà, la formation des fruits sans doute les plus primitifs de ce groupe ne suit pas la voie normale (CORNER, 1976).

I.3. Classes de semences

La classification des semences diffère selon les auteurs et leurs critères. BONNER (1978) distingue sur base des particularités propres à leur manipulation avant et pendant leur entreposage, trois catégories parmi les semences de feuillus:
- les semences qui doivent être séchées avant extraction et entreposage;
- les semences qui nécessitent de rester humides en permanence, tant pendant le nettoyage que pendant l'entreposage; et enfin,
- les semences qui doivent être gardées humides en vue de leur extraction, mais obligatoirement séchées avant leur entreposage.

EWART (1908) répartit les graines en trois catégories compte tenu de la période pendant laquelle elles conservent leur viabilité dans de bonnes conditions d'entreposage:
- les graines microbiotiques: graines dont la durée de vie n'excède pas trois ans;
- les graines mésobiotiques: graines qui survivent entre trois et quinze ans;

- les graines macrobiotiques: graines pouvant atteindre quinze à cent ans et même plus.

En fait, la durée de conservation d'un lot semencier donné varie considérablement en fonction des conditions d'entreposage. De nos jours, deux grandes catégories de semences sont alors à retenir (ROBERTS, 1973):
- les semences orthodoxes dont la teneur en eau peut être abaissée jusqu'à 5% environ. Elles peuvent en outre se conserver à des basses températures ou à des niveaux thermiques proches du point de congélation, pendant de longues années;
- les semences récalcitrantes qui doivent garder une teneur en eau relativement élevée (le plus souvent de 20 à 50% du poids frais), mais qui ne se conservent pas pendant de longues durées.

Dans la première catégorie, il est possible d'établir une distinction entre les semences orthodoxes à tégument dur et sans tégument dur. Au sein de la deuxième, les semences récalcitrantes résistant à des températures inférieures à 10 °C , se distinguent de celles qui ne le peuvent pas. En outre, compte tenu de la durée de préservation de la viabilité, les vraies semences récalcitrantes diffèrent de celles qui sont simplement "difficiles" à manipuler. Celles-ci peuvent se comporter comme orthodoxe si une attention particulière se prête à leur séchage.

I.4. Qualité et viabilité des semences

I.4.1. La qualité semencière

Par qualité des semences, il faut entendre autant leur qualité génétique que leur qualité physiologique (FAO, 1992). De bonnes semences présentent à la fois une viabilité et une vigueur remarquables. Elles sont aussi adaptées au site et aux objectifs.

Ainsi, des semences physiologiquement satisfaisantes ne peuvent garantir le succès d'une implantation que par suite du choix correct de la provenance ou du génotype. Elles n'offrent guère d'intérêt si par exemple, les arbres qui en sont issus poussent lentement, sont inadaptés et produisent un type de bois inadéquat. Par ailleurs, il est superflu de produire des semences génétiquement améliorées à grand frais, si elles sont ensuite tuées par des techniques de manipulation. Dans ce cas, il est logique de les remplacer ou de les compléter par des semences de moindre qualité pour atteindre les objectifs. Une bonne manipulation des graines constitue donc le complément essentiel de leur amélioration génétique.

I.4.2. Perte et maintien de la viabilité des semences forestières

Une semence viable est définie comme une semence susceptible de germer lorsque les conditions s'y prêtent, pour peu que toute dormance éventuelle ait été levée (ROBERTS, 1972).

Les essais sur les essences "difficiles" ont révélé que les problèmes de conservation des semences ont leur origine entre le moment de la récolte et celui du traitement et de l'entreposage. Les soins à réserver aux fruits et aux graines varient selon les conditions qui règnent sur terrain. Ainsi, dans certains pays au climat favorable, le séchage et l'extraction des graines s'effectuent dans la forêt. Dans d'autres, les fruits sont transportés aussi vite que possible jusqu'au dépôt de traitement des semences. Cela permet de contrôler beaucoup mieux les conditions que sur terrain.

Cependant, les semences sont confiées à des transporteurs qui n'ont pas le même intérêt personnel à leur préservation que le récolteur, le responsable du traitement ou l'utilisateur. C'est donc durant le transport qu'elles risquent le plus de perdre leur identité et leur viabilité. Ces risques sont particulièrement grands dans les pays tropicaux qui connaissent une température et une humidité élevées, et où le transport peut être difficile, lent et incertain (KEMP, 1975a). En fait, les fruits rassemblés en grande quantité sont prédisposés à la détérioration par l'action des champignons et de l'échauffement excessif dû au taux élevé de respiration.

Il importe donc de répartir le transport des fruits en plusieurs tours et prévoir dans la forêt leur entreposage temporaire dans des hangars ou sous des abris (MORANDINI, 1962). L'importance d'une bonne ventilation n'est en outre jamais assez soulignée: les sacs contenant les fruits doivent être espacés ou suspendus à des crochets pour assurer une libre circulation de l'air.

Avant leur transport, la majeur partie des semences orthodoxes s'accommodent fort bien d'un séchage partiel des fruits jusqu'à une teneur en eau inférieure à 12%. Les sacs de polyéthylène qui empêchent le séchage et favorisent le développement des moisissures fongiques et l'excès de l'échauffement ne conviennent guère à leur couverture: il faut utiliser les bâches en toile (ALDHOUS, 1972; STEIN, 1974). Par contre, ces sacs en polyéthylène se prêtent mieux pour couvrir les fruits des semences récalcitrantes qui exigent un milieu frais et humide pour préserver la viabilité.

Parfois, les dégâts causés par les rongeurs et les maladies exigent la prise des mesures spéciales. Ainsi, si les risques de détérioration sont grands, des poudres insecticides et fongicides sont répandues. Cependant, les semences fraîches et relativement humides risquent d'être endommagées sous l'effet de ces produits chimiques eux-même (KEMP, 1975a). Donc, le respect d'une bonne ventilation est généralement plus efficace que l'emploi des substances chimiques. De son côte, l'accrochage des sacs au-dessus du sol assure par lui-même une protection contre les rongeurs et les maladies. Un ramassage rapide des fruits tombés limite aussi grandement les pertes ultérieures.

En fait, si les semences ont déjà perdu une partie de leur viabilité avant leur stockage, même le meilleur traitement donne de piètres résultats. Une planification préalable et soignée s'impose donc pour exercer le contrôle le plus strict possible sur l'identité et la viabilité des semences à tous les stades de leur manipulation (KEMP, 1975a).

Parmi les notions importantes en rapport avec les semences, leur provenance est également à noter.

I.5. Notion de provenance semencière

I.5.1. Définition

Il existe plusieurs définitions quelque peu différentes du terme "provenance". Dans le sens le plus simple, c'est l'endroit où pousse un peuplement d'arbres (OECD, 1974). Appliqué aux semences, il étend souvent son sens à la zone où poussent les arbres des semences. Pour les semences provenant d'une plantation exotique ou d'une "provenance dérivée" (JONES et BURLEY, 1973), certains auteurs définissent la provenance comme l'endroit où poussent les parents immédiats, donc exotiques. D'autres voudraient limiter sa signification aux forêts naturelles où croissent les ancêtres originaux.

Il est apparu clairement qu'il existe des variations génétiques importantes au sein d'une même espèce forestière. Elles sont souvent associées aux particularités géographiques des endroits où poussent les différents individus et où leurs caractéristiques se sont développées par sélection naturelle (ZUMER-LINDER, 1979). Par conséquent, le terme "provenance" est de plus en plus appliqué aux zones caractérisées par la nature génétique des populations plutôt qu'à leur emplacement.

En vue de la récolte des semences, la"provenance idéale" décrite par BARNER (1975a) doit être:
- composée par un ensemble d'arbres de constitution génétique semblable (nettement différente de celle des autres origines semencières) et susceptibles de se reproduire par croisement;
- suffisamment vaste pour permettre la récolte de semences en quantité suffisante pour l'exploitation;
- définie par des limites identifiables sur terrain.

I.5.2. Les limites d'une provenance

Dans la plupart des cas, il n'est pas encore possible de tracer les limites des provenances naturelles (FAO, 1992). Mais, des essais en vue de définir les limites de certaines provenances ou zones de semences de quelques conifères des régions tempérées de l'hémisphère Nord ont été réalisés (BARNER, 1978). Des études ont été menées pour déterminer les régions de provenance de *Pinus caribaea* et de *P.oocarpa* au Honduras (ROBBINS et HUGHES, 1983). Les régions de provenance d'*Eucalyptus camaldulensis* en Australie ont été définies en raison des principaux réseaux hydrographiques (TURNBULL, 1973). Il existe très peu de travaux de cette sorte concernant les feuillus tropicaux. La nécessité de récolter plusieurs provenances d'une même espèce impose l'apport d'un soin accru à la planification des opérations sur terrain (FAO, 1992).

En revanche, il est beaucoup plus facile de définir les limites des provenances dérivées en plantation. En effet, après une ou deux générations de sélection effectuée par l'homme, ces races liées à la terre diffèrent souvent considérablement de la provenance naturelle originale (FAO, 1992).

I.5.3. Importance pratique de la provenance

Les forestiers attachent de plus en plus d'importance au facteur provenance. Ils indiquent, outre l'essence, la provenance précise dont ils ont besoin sur un site de peuplement donné. Ils distinguent même diverses provenances ou races d'une même espèce à l'intérieur d'un seul pays. Certaines présentent des différences morphologiques, d'autres qui paraissent semblables diffèrent par leur adaptabilité à des sites particuliers. Les récolteurs des semences doivent donc s'attendre à recevoir de plus en plus de commandes détaillées non seulement par essence, mais aussi par provenance.

Si cette tendance doit être encouragée, elle complique les opérations de récolte. En effet, il exige nettement plus de temps de récolter par exemple 20 Kg de semences en dix endroits différents éloignés de 100 Km les uns des autres que 200 Kg au même endroit. Une autre difficulté que soulève la détermination de provenance est que celle-ci reçoit souvent le nom du village le plus proche. Cependant, rien ne permet de déterminer si la fréquence génétique des populations se modifie de façon significative à 1 Km, 10 Km ou 100 Km du point de la récolte originale (FAO, 1992).

CHAP.II. GERMINATION ET DORMANCE SEMENCIERES

II.1. La germination et ses caractéristiques

II.1.1. Définition

La germination est un phénomène dont l'originalité et la complexité s'annoncent déjà au niveau de la terminologie du mot. Elle comprend plusieurs définitions tenant compte de différents aspects:

- les définitions classiques qui partent de l'étymologie du mot. Ainsi, l'Encyclopédie (1974) définit la germination comme l'ensemble des phénomènes par lesquels l'embryon passe, dans une graine, de la vie ralentie à la vie active, pour donner une plantule puis une plante. D'après le Petit Larousse (1995), elle est le développement du germe (embryon) contenu dans la graine et mettant fin à la période de vie lente ou anhydrobiose ;

- les définitions basées sur la physiologie parmi lesquelles figure celle d'EVENARI (1957a). D'après ce physiologiste, la germination est le phénomène dont le point de départ est l'imbibition de la graine et dont la fin est caractérisée par un développement et un allongement des cellules radiculaires ;

- les définitions qui se réfèrent sur le critère morphologique et qui sont adoptées notamment par les agronomes. Celle fournie par HARRINGTON (1962) admet qu'une semence a germé lorsqu'elle a donné une plantule capable de croître normalement. Pour JUSTICE (1972) et ISTA (1976), la germination se définit comme étant l'apparition, puis le développement à partir de l'embryon de la semence, des organes essentiels qui, chez le type de semences essayé, prouvent leur aptitude à produire une plantule normale en pleine terre et dans les conditions favorables ;

- enfin, les définitions pratiques au laboratoire dont celle qui suppose qu'une semence a germé lorsque la racine a percé les enveloppes séminales, et quand elle s'est visiblement allongée dans les cas d'un embryon nu.

En fait, la compréhension du mot germination ne peut transiter que par la confrontation de ces différentes et complémentaires conceptions d'auteurs. L'élucidation de ses mécanismes demeure un exercice difficile, malgré déjà de nombreux travaux (COME, 1970; BINDARIYE, 1987a, 1987b;...). La mise en évidence de l'existence de

types, d'étapes et d'obstacles à la germination constitue néanmoins un pas déjà franchi.

II.1.2. Types et étapes de la germination

II.1.2.1. Etapes de germination

D'après ROLLIN (1963a), trois phases peuvent être définies au moment de la germination:
- la première phase ou phase d'hydratation qui correspond à l'imbibition des graines accompagnées d'une augmentation de leur intensité respiratoire;
- la seconde phase ou phase prégerminative qui se caractérise par une stabilité de l'intensité respiratoire;
- la dernière phase ou phase germinative qui débute par une augmentation de l'intensité respiratoire et se termine par la sortie de la radicule.

Pour d'autres auteurs la germination consiste aussi en trois phase qui se chevauchent (EVENARI, 1957 cité par KRUGMAN *et al.*,1974):
- une absorption de l'eau principalement par imbibition, qui provoque un gonflement de la graine et une rupture éventuelle du tégument;
- une activité enzymatique et une augmentation du taux de respiration et d'assimilation, qui sont l'indice de l'utilisation des éléments nutritifs mis en réserve et leur transfert vers les zones de croissance;
- une augmentation de la taille et une division des cellules entraînant l'apparition de la radicule et de la plumule.

Dans la plupart des graines, la radicule de l'embryon est proche du micropyle, de manière à faciliter l'absorption de l'eau. En gonflant, la radicule exerce une pression sur les téguments, qui commencent généralement à se fendre. La radicule ainsi libérée se transforme en racine primaire qui s'enfonce dans le sol et produit bientôt des racines latérales. La suite du processus diffère selon le type de germination de l'essence.

II.1.2.2. Types de germination

Certaines espèces de palétuvier sont vivipares: les graines germent avant d'être séparées de la plante mère. A l'opposée, les graines d'autres essences peuvent rester dormantes pendant de nombreuses années. Elles ne germent alors qu'à la faveur d'un événement rompant l'état de dormance (le phénomène de la dormance sera abordé plus loin dans ce chapitre).

Au moment de la germination, il y a donc lieu de distinguer deux types principaux (germination épigée et hypogée) et deux sous-types (sous-types durion et semi-hypogée) (NG, 1978).

Pour une germination épigée (figure 4A), l'hypocotyle s'allonge et soulève les cotylédons au-dessus du sol. Autrement dit, l'ancrage du jeune plant par la radicule est suivi d'un rapide allongement de l'hypocotyle, qui s'arque au-dessus de la surface du sol avant de se redresser. Simultanément, les cotylédons et la plumule entièrement débarrassés ou non du tégument sont exposés à la lumière. La plumule se développe alors pour former la pousse primaire et les premières feuilles photosynthétiques.
Chez le sous-type durion, l'hypocotyle s'allonge après s'être débarrassé des cotylédons enfermés dans le tégument (exemple, *Durio zibethimus* ou *Strombosia javanica*).

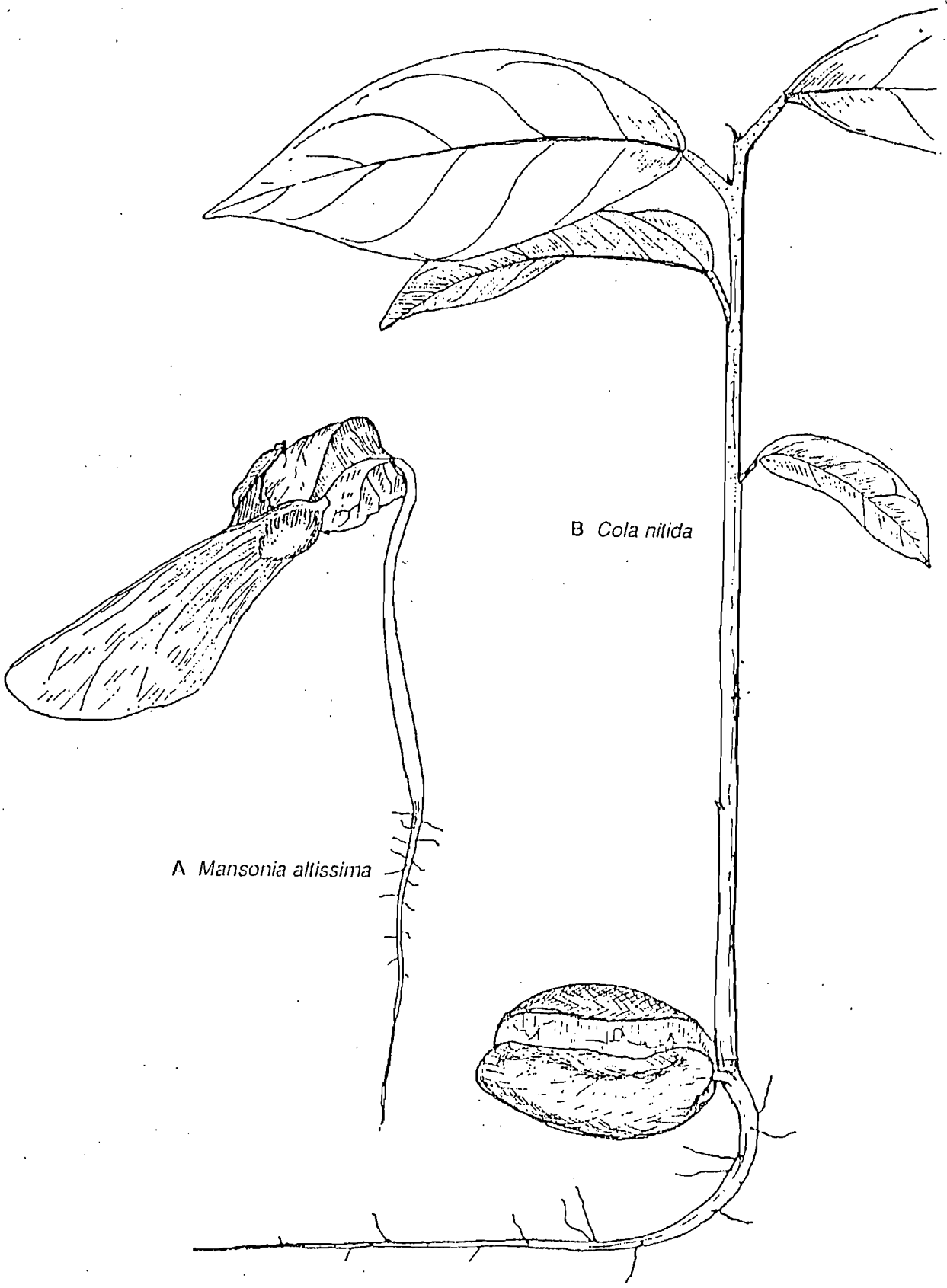
En cas d'une germination hypogée (figure 4B), l'hypocotyle ne se développe pas. Les cotylédons demeurent *in situ* sous terre ou dans le sol pendant que la plumule s'allonge. Ils peuvent avoir une simple fonction de mise en réserve ou encore une importance très réduite (chez les espèces ou la nourriture est stockée dans l'endosperme). Notons par contre qu'ils peuvent aussi remplir une prépondérante fonction photosynthétique durant les premiers stades de croissance, en cas de germination épigée.
S'agissant du sous-type germination semi-hypogée, les cotylédons sortent de terre mais demeurent sur le sol.

Ces quatre types de germination sont le reflet des quatre combinaisons possibles de deux variables indépendantes. Il s'agit de l'allongement ou non de l'hypocotyle et l'exposition au jour ou non des cotylédons. Ces quatre combinaisons se rencontrent dans les régions tropicales humides.

II.1.3. Les obstacles à la germination

Les conditions défavorables à la germination sont inhérentes à la semence et peuvent être influencées par des facteurs externes (COME, 1970). Elles résident dans l'embryon ou dans les enveloppes séminales. Parmi les multiples facteurs affectant la germination, certains peuvent être facilement analysés, d'autres sont incontrôlables. Ils sont groupés en deux grandes catégories: facteurs mineurs et facteurs majeurs.

Figure 4: Exemple de germination chez deux Sterculiacées d'Afrique de l'Ouest: (A) épigée chez *Mansonia altissima*; (B) hypogée chez *Cola nitida* (D'après DE LA MENSBURGE, 1966).



II.1.3.1. Les facteurs mineurs

Ce point s'inspire essentiellement des travaux réalisés par COME (1970) et par FAO (1982, 1992).

Les facteurs mineurs sont aussi appelés facteurs secondaires. Ils renferment des facteurs internes propres à chaque espèce ou variété et de nombreux facteurs externes. Ils sont difficilement contrôlables. Ils peuvent intervenir avant et après la récolte des semences pour modifier leur comportement dans le germoir.

Avant la récolte, les conditions vécues par les semences ayant des répercussions au moment de la germination sont notamment:
- les conditions climatiques dans lesquelles a lieu la récolte ou les conditions photopériodiques de développement de la plante-mère;
- l'origine géographique des semences qui est un facteur de variation des conditions de postmaturation;
- l'origine du pollen qui influe sur les besoins de postmaturation et sur le taux de germination;
- l'espèce et la variété dont dépendent l'aptitude de semence à la germination ainsi que l'intensité de la dormance embryonnaire et de l'inhibition tégumentaire;
- la position de la graine sur la plante-mère ou dans le fruit qui modifie la longueur de la dormance;
- la taille des semences: selon le cas, ce sont les semences grosses et/ou lourdes, de taille moyenne ou de petit poids qui germent le mieux;
- la date de la récolte qui affecte les besoins de postmaturation des semences de certaines essences.

Après la récolte, l'âge des semences et les traitements subis par celles-ci modifient notamment les conditions thermiques nécessaires à leur germination. Quand les semences sont mises dans le germoir, les conditions de germination doivent être aussi identiques que possible ; de plus, le contrôle de ces dernières doit être rigoureusement effectué.

En fait, même si l'influence des facteurs mineurs sur la germination est grande, la plus importante est indéniablement réservée aux facteurs majeurs.

II.1.3.2. Les facteurs majeurs

Au moment de leur maturité et de leur dissémination, de nombreuses graines ont perdu la plus grande partie de leur humidité accumulée pendant les phases précédentes (COME, 1970; KRUGMAN *et al.*, 1974). La réduction de l'activité métabolique se traduit par un dessèchement de la graine. L'embryon se retrouve alors dans un état de dormance temporaire. Celui-ci peut s'interrompre facilement dans le cas des graines non dormantes pour peu que les conditions primaires s'y prêtent : une humidité adéquate, une température favorable, des échanges gazeux convenables, et pour certaines essences, un éclairement suffisant.

La dormance, obstacle germinatif inhérent à la semence, nécessite donc une attention particulière.

II.2. Quelques données sur la dormance des semences

II.2.1. Définition

De par la littérature, le terme "dormance" est souvent ambigu. La majorité des auteurs l'emploient indifféremment pour désigner l'état physiologique dans lequel une semence viable (ou un embryon) ne germe pas même si elle se trouve dans les conditions normalement considérées comme propices à la germination (COME, 1970).

La dormance ou dormance réelle est souvent réservée à l'embryon, élément actif de la semence. Autrement dit, la dormance est propre à l'embryon et subsiste lorsque les enveloppes séminales sont enlevées et le facteur qui a provoqué la dormance supprimé. Mais pour lever l'équivoque, c'est le terme de dormance embryonnaire qui est préféré lorsque la non-germination incombe à l'embryon.

La dormance embryonnaire est un état physiologique qui affecte un embryon morphologiquement mûr. Ainsi, un embryon incomplètement développé lors de la dissémination ou de la récolte de la semence est un embryon immature. Il ne peut donc pas être qualifié de dormant. Une dormance imposée par une inhibition tégumentaire n'est alors qu'une dormance apparente. Dans ce cas, une semence intacte munie de ses enveloppes est incapable de germer alors que l'embryon n'est pas dormant.

Il n'est pas toujours facile de préciser si l'inaptitude d'une semence à la germination est le fait de la dormance embryonnaire ou de l'inhibition tégumentaire.

L'expérimentation porte le plus souvent sur les semences entières et l'analyse ne donne alors que des manifestations d'ensemble. A cause de sa petitesse, l'embryon n'est pas toujours facile à extraire. La semence qui est un organe ou plutôt un organisme complexe est prise comme un tout. Le terme de dormance est alors employé dans son sens large et l'expression de dormance est couramment utilisée.

II.2.2. Classes de dormance

Il existe diverses sortes de dormance qui peuvent d'ailleurs coexister dans une même semence. Les classifications les plus simples sont celles de BÜNNING (1947) et de COME (1968b).

Le premier distingue deux types de dormance :
- la dormance due aux facteurs externes tels que l'eau, la température, l'oxygène, ...;
- la dormance endogène, inhérente à la semence.

Les influences exercées par les deux facteurs (externes et héréditaires) peuvent dépendre les unes des autres. Elles sont d'ailleurs parfois difficiles à séparer.

Le second propose la classification suivante :
- la dormance exogène ou dormance tégumentaire : si la non-germination incombe aux enveloppes séminales. Elle est due en fait à une inhibition tégumentaire;
- la dormance endogène ou dormance embryonnaire: si l'empêchement germinatif revient à l'embryon lui-même;
- la dormance combinée: quand interviennent en même temps les dormances tégumentaire et embryonnaire.

La classification établie par NIKOLAEVA (1977) est l'une des plus détaillées et distingue :

- la dormance exogène :

* physique : l'imperméabilité du tégument et du péricarpe constitue un exemple;
* chimique : la présence d'inhibiteurs dans le péricarpe et le tégument illustre ce type d'obstacle à la germination;
* mécanique: la résistance mécanique du péricarpe ou du tégument à la croissance de l'embryon est l'exemple type de cette incapacité germinative;

- la dormance endogène (morphologique) : le développement incomplet de

l'embryon témoigne de cette inaptitude à la germination.

- la dormance endogène (physiologique) : c'est le cas d'une germination empêchée par un mécanisme inhibiteur physiologique:
* légère: faible inhibition;
* intermédiaire: inhibition intermédiaire;
* profonde: forte inhibition;

- la dormance morpho-physiologique combinée :
* endogène profonde: il s'agit de la combinaison d'un développement incomplet de l'embryon et d'une forte inhibition physiologique;
* endogène profonde épicotylaire: c'est l'association d'un développement incomplet de l'embryon et d'une forte inhibition de la croissance de l'épicotyle;

- la dormance exogène et endogène combinées: c'est la présence simultanée de la dormance tégumentaire ou péricarpique et de la dormance physiologique endogène.

II.2.3. Rôle écologique de la dormance et facteurs naturels de sa levée

II.2.3.1. Rôle écologique

Dans la nature, la dormance sert à protéger les semences des conditions ternporairement propices à la germination mais qui redeviennent rapidement néfastes à la survie des jeunes plants. Ainsi, un tégument relativement imperméable à l'humidité empêche la germination à la suite des averses: celles-ci peuvent survenir au milieu d'une longue saison sèche. Mais quand la vraie saison de pluies revient, le tégument cesse d'être un obstacle à la germination.

Dans la zone tempérée, la dormance embryonnaire qui ne peut être levée que par de basses températures, facilite la germination printanière tout en empêchant la germination automnale. Celle-ci donnerait naissance à des jeunes plants incapables de survivre aux rigueurs de l'hiver.

Il existe aussi une dormance différentielle à l'intérieur d'une espèce ou d'un même lot semencier qui a pour effet d'échelonner la germination sur une période de temps plus ou moins longue (FAO, 1992). Elle contribue à éviter une éventuelle destruction massive des cultures semencières relative à une catastrophe climatique exceptionnelle ou à une attaque de ravageurs isolés.

Les semences orthodoxes de grande qualité mais non dormantes, convenablement séchées et entreposées à bonne température ont souvent une longévité comparable à celle des graines dormantes pendant l'entreposage. Toutefois, la dormance offre une garantie contre la perte de viabilité pendant le transport et le traitement. Au cours de ces opérations, les graines non dormantes sont fortement exposées lorsque les conditions ne sont pas favorables. En fait, la dormance tégumentaire semble par elle-même constituer une protection adéquate pour les semences des régions tropicales sèches.

Bref, la dormance augmente les chances de survie de la semence dans la nature. Elle la protège aussi contre les conditions temporairement favorables qui peuvent survenir entre la récolte et l'entreposage. Cependant, elle présente quelques inconvénients. En effet, la gestion d'une pépinière souffre considérablement d'une germination retardée ou irrégulière (BONNER, 1974). En conséquence, les traitements artificiels efficaces pour lever la dormance ont été et sont encore recherchés. Il est évident que cette levée de la dormance s'effectue tout aussi lorsque la semence reste exposée aux conditions de la nature.

II.2.3.2. Facteurs naturels de la levée de la dormance

Dans la nature un certain nombre de facteurs externes de la semence peuvent contribuer à vaincre plus ou moins rapidement la dormance tégumentaire. Parmi ceux-ci, notons les alternances de chaleur et de froid, le feu, l'activité des animaux, des organismes du sol, des champignons et des termites et autres insectes. La dormance due à l'immaturité embryonnaire serait interrompue quand l'embryon dispose du temps nécessaire et des conditions appropriées à sa maturation.

Les mécanismes exacts de la dormance physiologique et les processus qui peuvent y mettre un terme ont fait l'objet de nombreuses études. Cependant, leurs causes profondes sont encore mal connues (KRUGMAN, 1974). Il semble néanmoins que, des hormones promotrices et inhibitrices de la croissance agissent conjointement sur le maintien ou l'interruption de la dormance.

Sous les climats tempérés, l'équilibre entre les inhibiteurs et les promoteurs de croissance est modifié par la combinaison d'une température basse et d'une forte humidité. Il se maintient alors sur une période variant d'une espèce à l'autre. Appelée stratification, cette combinaison se rencontre naturellement pendant l'hiver, saison la moins propice à la croissance. Elle induit alors des changements biochimiques dans

l'embryon. Ceux-ci conduisent à la suppression de la dormance, au réveil du métabolisme et de la croissance embryonnaire et, enfin à la germination.

Les recherches sur la physiologie des semences des essences tropicales restent de faible ampleur par rapport à celles déjà effectuées en région tempérée. L'effet de la stratification sur la dormance embryonnaire a été déjà démontré sur pas mal d'espèces de cette contrée. Cependant, rien ne permet de supposer que la stratification appliquée artificiellement, aurait une quelconque action sur les semences tropicales dotées d'une dormance embryonnaire, pour peu qu'elle existe. Dans les régions tropicales sèches, une association des conditions propres à la saison défavorable à la croissance semble mieux lever la dormance. La germination des semences a lieu ensuite durant la saison de pluies suivante. Ces conditions consistent en une température élevée associée à une faible humidité.



CHAP.III. SYSTEMATIQUE ET DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE *DE* *Leucaena leucocephala* (LAM.) de WIT

III.1. Systématique

Ce paragraphe s'inspire largement des travaux réalisés par l'I.N.E.A.C. (1952) la N.A.S. (1977, 1984) et HAVARD (1967).

Leucaena leucocephala est une légumineuse de la famille des Mimosacées, de la sous-famille des Mimosoïdées, de la tribu des Eumimosées et du genre *Leucaena* Benth. Son nom usuel est "leucaena". Avant 1961, cette espèce était connue sous diverses appellations scientifiques à savoir: *Mimosa glauca*, *Acacia leucocephala*, *A. frondosa*, *A. glauca* et *A. biceps*.

Dans les zones d'introduction et d'origine, cette espèce possède des noms vernaculaires. Cela fait suite à son expansion de plus en plus importante à travers les régions tropicales et subtropicales. Quelques uns de ces noms sont encore utilisés dans des publications: Ipil-Ipil, Vaxim, Tamarin, Ebénier d'Orient ou Bois noir.

La taxonomie de *Leucaena leucocephala* accuse un ensemble de confusions émanant de sa diversité variétale. En effet, 800 variétés ont été déjà recensées de par le monde. Ces dernières diffèrent par leur forme et par leur taille à maturité. Elles se regroupent en trois grandes catégories, à savoir: type "Hawaiien" ou "variétés communes", type "Salvador" ou "variétés géantes" et le type "Peru" ou "variétés péruviennes".
Outre ces trois grands types variétaux, des hybrides intervariétales et interspécifiques incluant cette espèce ont déjà vu le jour.

III.2. Description botanique

Les travaux de l'I.N.E.A.C. (1952), TROUPIN (1968), GILBERT et LEWALLE (1968) et de l'ICRAF (1987) ont servi de références dans le présent paragraphe.

Leucaena leucocephala est un arbre ou un arbuste inerme, avec un port érigé ou buissonnant. La cime est petite, les jeunes rameaux pubérulents et les stipules sont triangulaires et glabres.

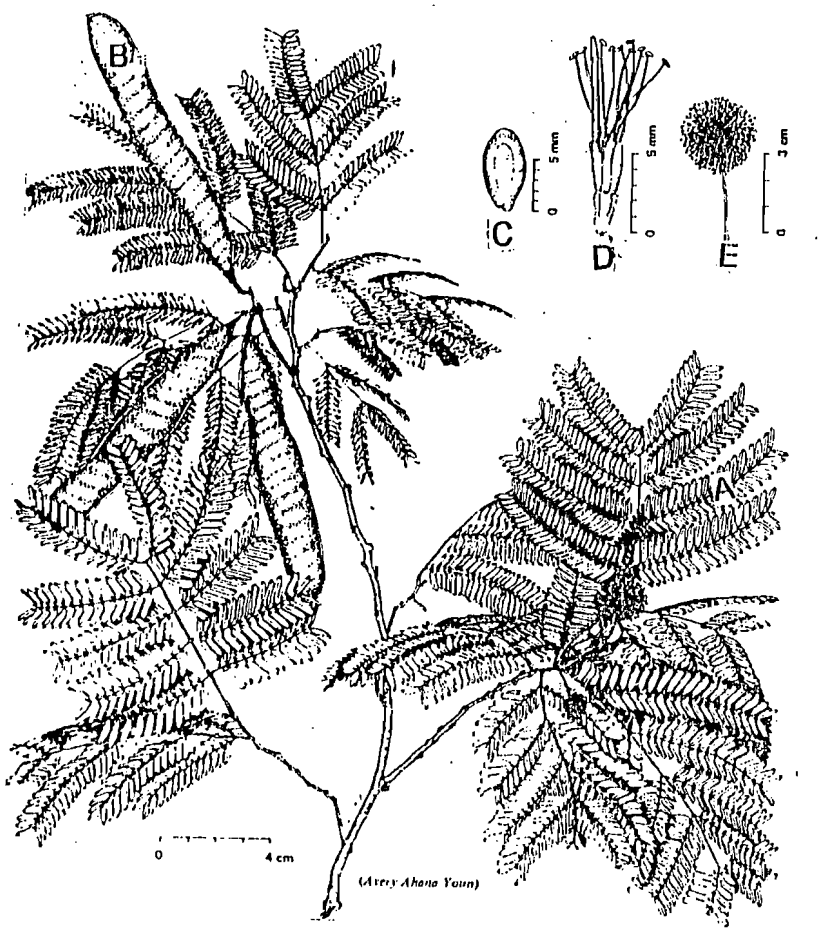
Il a des feuilles composées, bipennées, alternes, pubérulentes et pétiolées (figure 5). Les folioles sont subsessiles, linéaires-lancéolées, subarrondies, asymétriques à la base, aiguës et apiculées au sommet, ciliées et glauques en dessous.

Les fleurs sont blanches, axillaires, globulaires et groupées en capitule apparaissant au bout d'un long pédicelle.

Les fruits sont des gousses généralement longues et minces avec des extrémités aiguës (figure 5). Un certain nombre se rassemble en grappe. Ces gousses sont vertes à l'âge tendre, brunes, dures et déhiscentes à maturité.

Les graines sont elliptiques-ovales, contiennent deux cotylédons et sont exalbuminées.

Figure 5 : *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (D'après N.A.S.,1984) : Feuilles (A) ; gousses (B) ; graine (C) ; fleur (D) et inflorescence (E).

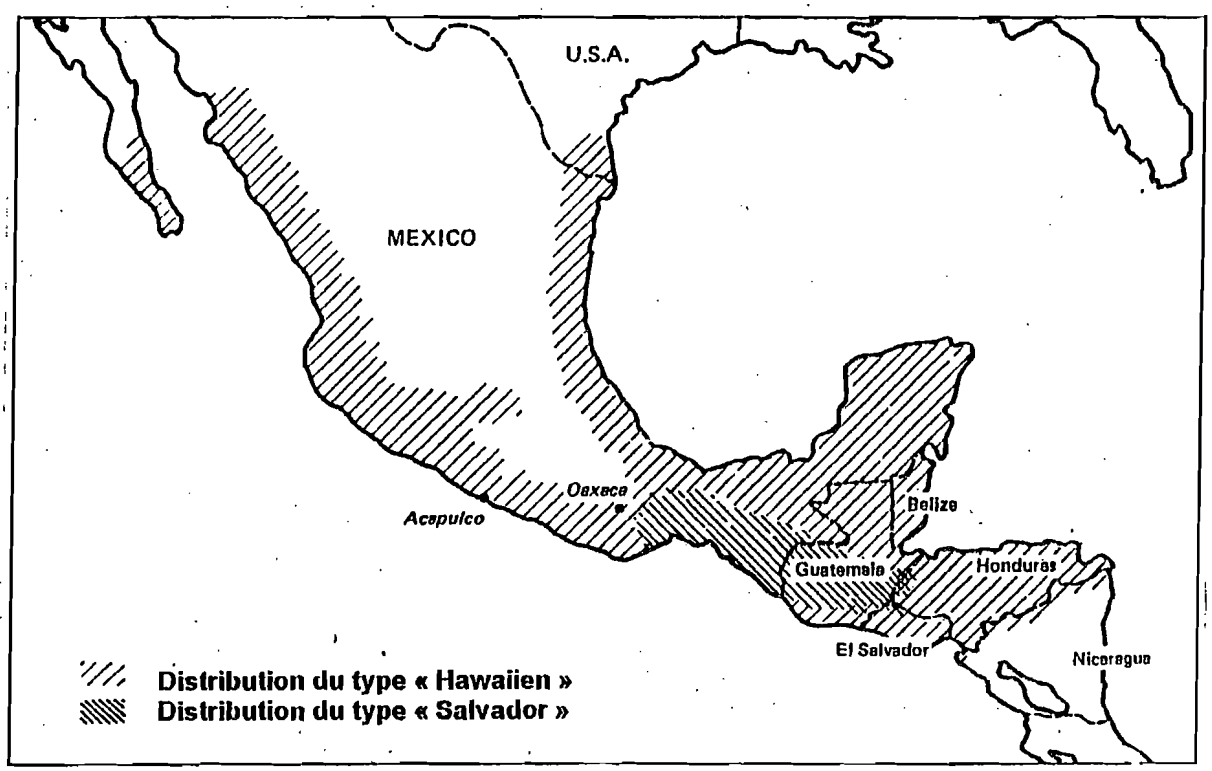


III.3. Distribution géographique

L. leucocephala à l'instar des autres espèces de son genre est originaire d'Amérique centrale, plus probablement dans les régions de Chipas et Yucatan au Mexique. Il s'est ensuite répandu sur les régions limitrophes comme l'illustre la figure 6. En traversant le Pacifique, cette espèce a atteint les Philippines, l' Indonésie, la Nouvelle-Guinée, les Iles Fidji et l' Australie.

Enfin, le "leucaena" s'est étendu sur d'autres régions tropicales, subtropicales, voire même circum-méditerranéennes. C'est ainsi qu'il se retrouve aux Caraïbes, à l'Ile Maurice, au Sud-Ouest du Pacifique, au Madagascar, en Polynésie Française, en Réunion, etc. En Afrique, il est connu dans beaucoup de pays en l'occurrence la République Démocratique du Congo (ex Zaïre). C'est ce dernier pays qui a d'ailleurs été le centre de distribution vers le Burundi et le Rwanda. En fait, cette espèce est désormais devenue une plante subspontanée, pantropicale des régions d'altitude basse et moyenne.

Figure 6: Origine et distribution naturelle de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit,1783 (D'après N.A.S., 1977).



III.4. Habitat de *Leucaena leucocephala* au Burundi

III.4.1. Le système racinaire et l'adaptabilité

Les informations relatives à ce point émanent essentiellement des travaux effectués par N.A.S. (1977, 1984) et FACAGRO (1987).

Le "leucaena" est une espèce extrêmement rustique, qui pousse dans des endroits les plus diversifiés. Son adaptabilité est matérialisée par un système racinaire spécial qui se compose:

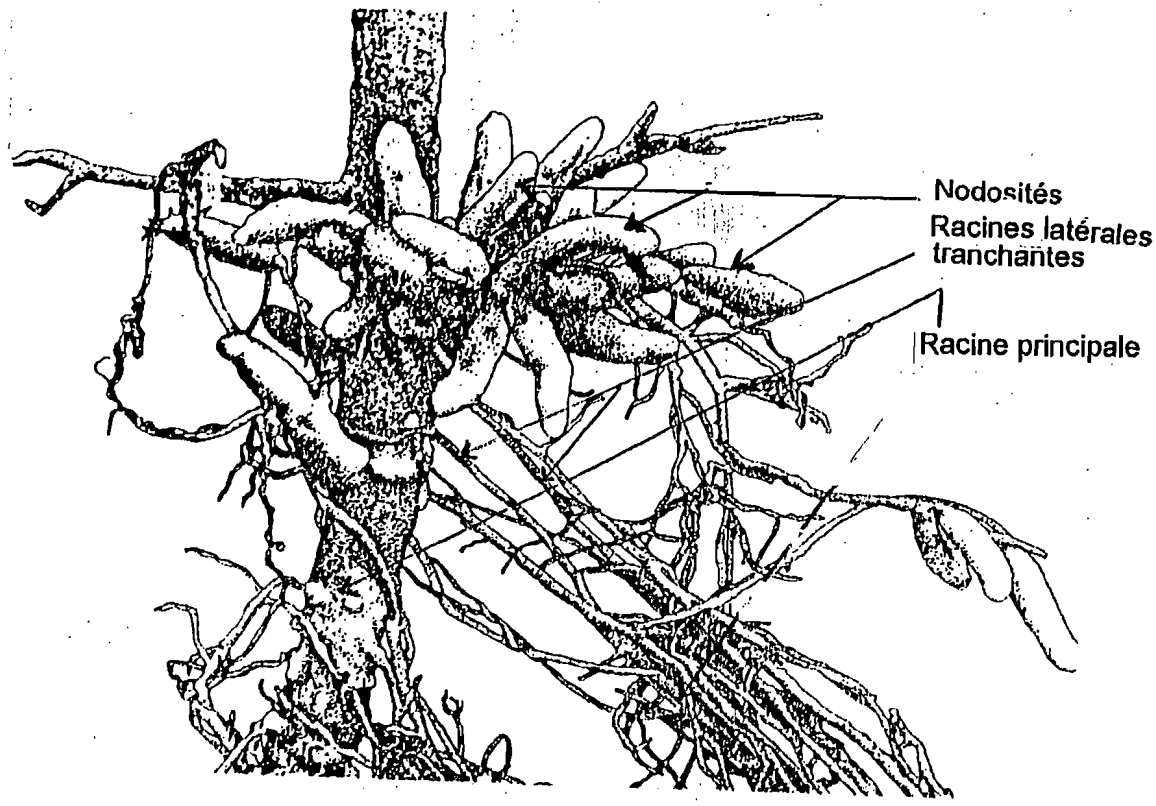
- d'une racine principale vigoureuse et pivotante qui traverse les couches les plus profondes du sol pour absorber l'eau et les sels minéraux situés à un niveau inaccessible pour un grand nombre de plantes. Son développement rapide et précoce constitue une garantie pour la jeune plante contre la dessiccation: elle a souvent une longueur presque égale à celle de la partie aérienne du jeune plant;

- de racines latérales abondantes, les unes horizontales, les autres formant un angle tranchant pour soutenir la plante. Les latérales horizontales prolifèrent en dessous de la surface du sol. Ces radicelles s'associent à des bactéries du genre *Rhizobium* pour former de nombreuses et volumineuses nodosités souvent multilobées qui fixent l' azote atmosphérique;

- de poils absorbants qui avec les radicelles sont généralement infectés par une intense et bénéfique mycorrhization. Une vaste activité des hyphes aide la plante dans l'obtention et la gestion efficiente des éléments nutritifs minéraux du sol.

La figure 7 illustre tous ces éléments constitutifs du système racinaire de cette espèce.

Figure 7: Système racinaire de *L. leucocephala* (Lam.) de Wit (D'après N.A.S., 1984).



III.4.2. Exigences édaphiques et climatiques

III.4.2.1. Le sol

Cette espèce s'adapte à une gamme très large de conditions de fertilité du sol. Sa grande tolérance à la salinité lui permet de survivre dans les zones côtières. Elle s'implante sur des sols d'une texture variant des roches aux argiles lourdes et aux coraux.

Cependant, son milieu "paradisiaque" comporte un certain nombre de facteurs un peu particuliers. En effet, le "leucaena" préfère des sols calcaires et bien drainés. Dans la nature, sans entretien et apport fertilisant, il pousse convenablement seulement sur des sols neutres ou alcalins. La croissance est optimale à des PH du sol de 6 à 7,7. Il répond bien aux épandages d'engrais contenant le P, K, Mo, Br et S.

III.4.2.2. La pluviosité

Généralement, le "leucaena" survit dans les régions où la saison sèche atteint huit mois et même dix mois par an. Il constitue la végétation dominante sur Honolulu's Diamond Head on Hawaï où la pluviosité est seulement 250 mm par an.

Toutefois, il ne manifeste une bonne croissance que dans des régions où la pluviosité est comprise entre 1000 et 3000 mm par an. De longues saisons sèches réduisent fortement sa productivité. Aussi faut-il recourir à l'irrigation pour augmenter considérablement sa production.

III.4.2.3. La température

Une grande gelée est fatale pour "leucaena". Toutefois, de faibles gelées occasionnelles provoquent seulement une défoliation. Avec le retour des températures chaudes, il retrouve sa verdure. En fait, les gelées tuent les parties supérieures et l'arbre émet beaucoup de rejets à la base du pied, ce qui confère à l'ensemble un aspect buissonnant.

III.4.2.4. La lumière

Cette plante montre une bonne croissance en pleine ensoleillement, même sous les grandes intensités lumineuses. C'est donc une plante héliophile. Un grand ombrage ralentit fortement sa croissance et anéantit certains spécimens dans la forêt. Ces derniers disparaissent lentement, mais si une clairière y est ouverte, ils surgissent spontanément de façon agressive.

Les limites à l'extension de *Leucaena leucocephala* ont été sommairement appréhendées dans le paragraphe précédent. Mais, il nous paraît opportun d'être plus explicite.

III.4.3. Les limites à son extension

III.4.3.1. Contraintes abiotiques

Les principaux facteurs abiotiques limitant l'extension du "leucaena" sont l'altitude, l'acidité excessive des sols et leur forte teneur en alumine.

Dans les régions tropicales et subtropicales, sa présence est limitée par une altitude supérieure à 500 m. Mais une altitude très élevée a un effet très défavorable sur la croissance de cette plante.

Lorsque les horizons de surface et ceux de profondeur ont un pH inférieur à 5, la croissance des racines est retardée et celle de la plante entière en souffre beaucoup. C'est pourquoi cette plante pousse moins bien sur la plupart des substrats tropicaux qui sont acides, avec une toxicité aluminique plus ou moins accrue. Ils sont aussi souvent carencés en P assimilable, Ca, Mg et Zn. *L. leucocephala* ne doit donc pas être proposé à priori comme essence de reforestation de ces régions .

Néanmoins, les fermiers peuvent produire des arbres de cette espèce, très robustes, très vigoureux et de qualité recherchée sur des sols très acides (PH de 4,2 à 5). Ils les cultivent sur de petites parcelles familiales amendées par du calcaire et par une fumure organique ou des fois par des fertilisants minéraux, préférentiellement des superphosphates.

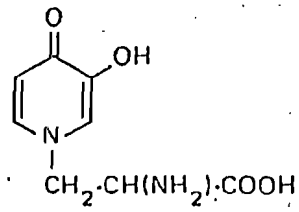
III.4.3.2. Contraintes biotiques

Certains des obstacles à la mise en valeur de "leucaena" lui sont inhérents. D'autres lui sont infligés par son environnement biotique.

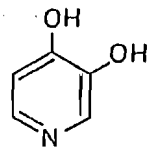
En effet, la réputation de cette plante a souffert dans certaines régions en raison d'une variété du type «Hawaiien» très envahissante et qui a dégénéré en mauvaise herbe. Mais aussi et surtout, la mimosine, acide aminé rare contenu dans son feuillage, a considérablement retardé son extension. Cette dernière est une substance toxique pour les non-ruminants lorsque la dose dans le régime alimentaire est de l'ordre de 10% (N.A.S, 1977 et 1984). Il cause la chute des cheveux et affecte le fœtus de ces animaux.

En revanche, cette essence n'est pas mortelle pour les ruminants . Il peut pourvoir 100% de la ration du bétail en y ajoutant seulement quelques sels. Chez ces animaux, la mimosine est transformée en une substance moins offensive, la dihydroxypyridine (DPH) par les microbes du rumen. La figure 8 montre les formules chimiques des deux substances:

Figure 8: Formules chimiques de la Mimosine et de la Dihydroxypyridine.



Mimosine



3,4-dihydroxypyridine

Toutefois, la DPH elle-même peut avoir une action néfaste sur la glande thyroïde de l'animal. Le bétail consommant des quantités excessives de "leucaena" peut souffrir d'alopécie, d'anorexie et ainsi perdre du poids. En fait, il a été observé que la DPH peut ne pas être dégradée par suite de l'absence de micro-organismes requis dans le rumen. C'est pourquoi il est conseillé de ne pas dépasser 30% de "leucaena" dans l'alimentation des ruminants.

Une autre restriction imposée par cette plante contre sa propre expansion réside dans ses graines dures. A l'état brut, elles causent certains problèmes dans l'obtention d'une germination rapide et élevée.

Aussi, cette plante peut être victime d'une certaine pathologie occasionnée principalement par les bactéries, les virus et les mycoplasmes. La maladie qui reste considérée comme grave est une gommose de champignons causée par *Fusarium semetectum*. Des insectes ravageurs comme les borers et les termites constituent en outre, une catégorie importante d'ennemis. Quant aux escargots, rats, caprins, singes et autres animaux sauvages, ils pratiquent une prédation sur ce végétal. Enfin, il faut noter que ses jeunes plants ont une extrême sensibilité à la concurrence herbacée. Quelquefois, une bonne protection des jeunes plantations s'avère donc nécessaire.

III.4.4. Aire de répartition et d'adaptation au Burundi

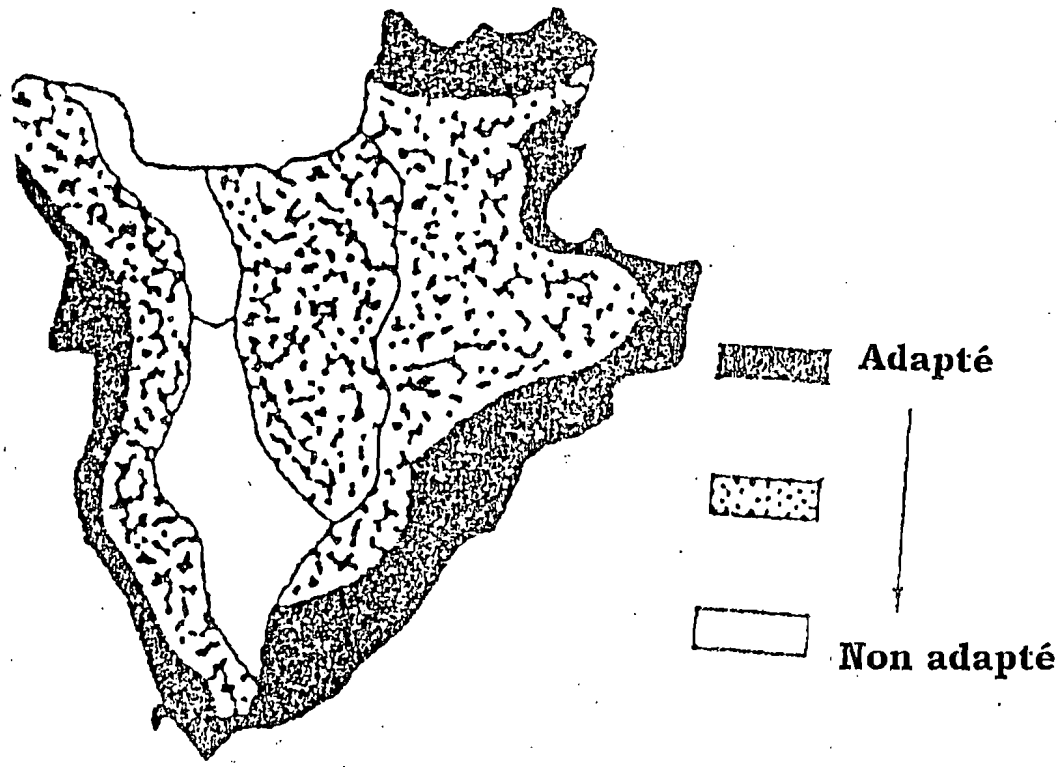
Au Burundi comme à Java , *Leucaena leucocephala* se développe jusqu'à 1500 m d'altitude mais avec une moindre croissance. Au delà de cette limite altitudinale, il évolue en buisson. Dès son arrivée au Burundi et en provenance de Yangambi en 1933, il s'est successivement implanté et mieux comporté dans la plaine de l'Imbo et dans les dépressions de l'Est (Moso et Bweru) sur des sols non acides. Il a été ensuite diffusé

sur les Plateaux Centraux (Kirimiro et Buyenzi) et le versant occidental de la Crête Zaïre- Nil (Mirwa) avec un niveau d'adaptation moyen.

Dans les régions d'élevage de Mugamba et Bututsi, il aurait été un appoint important comme arbuste fourrager. Malheureusement, la forte acidité de ces régions d'altitude (supérieure à 1900 m) a constitué un frein à son implantation. Toutefois, cette espèce est bien présente sur certains sommets, notamment au jardin agrostologique de Mahwa (1850 m d'altitude) et à Gisozi (2150 m d'altitude). Néanmoins, la plante voie sa croissance fortement ralentie au-dessus de 1700 m.

Les variétés de cette espèce ayant déjà manifesté une adaptabilité suffisante au Burundi sont K8, K28 et K67 du type « Salvado »r. Le cultivar K28 reste le plus représenté. La figure 9 circonscrit ses zones de répartition.

Figure 9: Répartition de *L. leucocephala* au Burundi (D'après ISABU *et al.*, 1987).



CHAP.IV. QUELQUES DONNEES DE LA LITTERATURE RELATIVES A LA GERMINATION DE *Leucaena leucocephala* (LAM.) de WIT

IV.1. Conditions optimales de rentabilité germinative

Depuis des années, les pépiniéristes se sont évertués à mettre au point des méthodes qui conduiraient à des germinations rapides (BONNER *et al.*,1974). Il s'est avéré que la scarification, l'inoculation puis le semis sont les étapes successives à prescrire pour l'obtention d'un rendement germinatif maximal chez *L. leucocephala*.

IV.1.1. La scarification

Elle consiste en un prétraitement appliqué aux semences pour rompre la résistance de leur tégument. Il peut s'agir d'une scarification mécanique, chimique ou biochimique, d'un traitement thermique ou par des solvants.

IV.1.2. L'inoculation

Cette seconde étape peut s'effectuer selon deux méthodes:
- le procédé le plus simple consiste à récolter de la terre contenant le plus possible de racines latérales, munies de nodules, sous un "leucaena" adulte et sain, donc contenant une quantité importante de *Rhizobium*. Après broyage de cette dernière, des graines humides sont remuées dans le mélange qui en découle. Après une bonne imprégnation, elles sont séchées pendant une heure à l'ombre;
- la seconde méthode revient à mélanger les graines scarifiées avec une solution contenant une souche de *Rhizobium* et une solution 10% de sucrose servant d'adhésif (SAVORY *et al.*, 1980). Les semences sont ensuite séchées à l'ombre.

Les souches de ces bactéries symbiotiques utilisées dans les conditions spéciales sont respectivement C.B.81 et CIAT 1967 en sols très acides et NGR8 en sols très alcalins. Ces substrats sont en fait très pauvres en *Rhizobium*.

Toutefois, l'inoculation n'est pas toujours indispensable. En effet, les souches compatibles au "leucaena" ne sont pas spécifiques à lui. Cette plante pousse et fixe de l'azote atmosphérique dans des régions où elle était inconnue si d'autres espèces de mimosacées telles que *Sesbenia*, *Gliricidia* et *Calliandra* y croissent.

IV.1.3. Le semis

A cette troisième et dernière étape, les semences scarifiées et inoculées sont rapidement semées tout en évitant leur exposition au soleil.

Quand le semis a lieu au champ, l'interligne dépend des variétés et des objectifs (SEGBE, 1983). Il est possible que le semis soit d'abord envisagé dans une pépinière. L'expérience a montré alors qu'il n'est pas rentable de transplanter des individus à racines nues. Le semis s'effectue alors dans de petits paniers ou sachets en polyéthylène remplis au deux tiers de terre et au tiers de fumier ou de terre mélangée avec un peu d'engrais (SEGBE, 1983; BENGE, 1977).

Les graines fraîches récemment récoltées sont les plus aptes à germer. En effet, au-delà de quatre mois, les semences de "leucaena" conservées voient leur pouvoir germinatif diminuer au fur du temps. Quant à leur prétraitement quasi obligatoire pour avoir une meilleure germination, cela relève sans doute de leur dormance.

IV.2. Origine de sa dormance

IV.2.1. Pourquoi la dormance chez "leucaena" ?

La plupart des essences des forêts tropicales humides ne sont pas concernées par la dormance. Les conditions de température, d'humidité et de concentration d'oxygène sont presque invariablement propices à la germination immédiate après dissémination. Généralement, les semences germent en quelques jours ou semaines et ne tireraient aucun avantage écologique ou physiologique de la dormance (FAO, 1992).

Par contre, dans les régions tropicales sèches, la dormance tégumentaire y est fort répandue. Les graines de certaines espèces ont des téguments durs et cutinisés qui empêchent l'imbibition de l'eau, parfois même les échanges gazeux (KRUGMAN, 1974). Or, sans ces phénomènes fondamentaux, la reprise de la croissance embryonnaire et de la germination sont impossibles. La dormance physique de cette sorte concerne le plus souvent les semences des essences adaptées à une alternance des saisons sèche et de pluies. Il s'agit notamment de plusieurs genres de légumineuses dont *Leucaena*, *Melilotus*, etc.

V.2.2. Localisation de son imperméabilité

La localisation exacte de l'imperméabilité des semences des légumineuses a d'abord été sujet de controverse. Pour les petites et grosses graines, elle fut respectivement attribuée à la cuticule seule et à la cuticule et une partie des cellules palissadique (WHITE, 1908). Pour d'autres auteurs, l'obstacle à la pénétration de l'eau avait été situé au niveau de "la ligne lumineuse", zone située à l'intérieur du tégument de la graine (COE et MARTIN, 1920).

Actuellement, grâce aux travaux de COME (1970), nous savons qu'à l'exception des cellules les plus externes, toutes les cellules sont imperméables à l'eau. Aucune couche cellulaire n'est donc pas spécifiquement responsable de cette imperméabilité.

IV.3. Prétraitements germinatifs généralement utilisés

IV.3.1. Définition

Le prétraitement est toute opération destinée à lever la dormance et à stimuler la germination (FAO, 1992). Mais il peut aussi consister en un enrobage servant à protéger les semences contre les ravageurs, les maladies et les conditions défavorables à la germination. Selon COME (1970), le prétraitement est tout traitement qui permet à la semence de subir sa postmaturation.

Tout traitement qui met un terme total ou partiel à l'imperméabilité est d'ordinaire qualifié de scarification (BONNER, 1984a). Nous allons développer ici les principaux prétraitements applicables au "leucaena"

IV.3.2. Trempage dans l'eau

Un certain nombre de traitements prégerminatifs reviennent à tremper les semences dans l'eau ou dans d'autres liquides. Ces prétraitements par voie humide permettent de combiner les effets du ramollissement des téguments durs et du lessivage des inhibiteurs chimiques (FAO, 1992).

Le traitement à l'eau a abouti à de bons résultats chez un certain nombre de légumineuses. Dans la pratique, les graines sont habituellement plongées dans l'eau bouillante. Divers essais concernant la température initiale et la durée de trempage ont été réalisés sur "leucaena" aux Philippines. Ils ont montré qu'une immersion dans de

l'eau à une température initiale de 80 °C donnait les meilleurs résultats (ALVAREZ-RACELIS et BAGALOYOS, 1977): le taux de germination observé était de 90%. A la même température, les graines de cette espèce incubées à 30 °C pendant 21 jours ont fourni un taux germinatif de 92,5% après une minute et demie d'immersion (HARUSHA, 1996).

La durée de l'opération semble n'avoir que peu d'incidence selon les mêmes auteurs philippins. En effet, ils auraient remarqué qu'un trempage de six heures avec la même température initiale procurait un taux germinatif de 89%. Par contre, la température initiale aurait un effet considérable: le taux de germination n'atteindrait qu'environ 20 et 30% respectivement pour une température de 40 et 100 °C

Les résultats de HARUSHA (1996) ne semblent pas concorder avec ceux obtenus par les chercheurs philippins en ce qui concerne la durée de ce prétraitement. En effet, une durée de trois minutes d'immersion provoquerait une forte détérioration semencière (84%). Celle de quatre minutes susciterait la mort de toutes les semences.

Le traitement à l'eau chaude est relativement sûr et facile à appliquer. Mais, il ne convient guère aux lots importants en raison des difficultés soulevées par la manipulation et le semis des semences gonflées (HEIT, 1967b). Cela est la raison principale qui dicte alors l'usage de l'acide sulfurique.

IV.3.3. Traitement à l'acide sulfurique

Le produit chimique le plus fréquemment utilisé pour lever la dormance tégumentaire est l'acide sulfurique concentré. L'emploi de ce produit s'est avéré efficace pour plusieurs légumineuses. Pour *Leucaena leucocephala* (ABDEL-MAGID *et al.*, 1986), ce traitement serait d'ailleurs plus efficace que le trempage dans l'eau chaude: un bain de ses semences dans l'acide sulfurique à 50% pendant dix minutes, suivi d'un lavage à l'eau pure et d'un séchage, donnerait 100% de germination pour les graines encore viables. Cependant, NISA et QADIR (1969) auraient observé un comportement différent chez la même espèce: le taux de germination passerait à 42% en 26 jours après une minute de trempage dans l'acide sulfurique concentré et, à 60% dans l'eau bouillante.

En fait, le traitement à l'acide présente plusieurs avantages mais aussi quelques inconvénients (FAO, 1992).

IV.3.4. Méthodes physiques

Une des méthodes physiques les plus simples et les plus directes consiste à couper, percer ou limer le tégument de chaque graine, afin d'y faire un petit trou (GOOR et BARNEY, 1976). Ce procédé a abouti à de bons résultats aux Philippines pour les graines de légumineuses(SEEBER et AGPAOA, 1976).

Concernant les semences du "leucaena", l'abrasion au papier de verre serait le traitement le plus propice à augmenter et à accélérer la germination (NISA et QADIR, 1969). En effet, ses graines ont fourni un taux de germination nul en l'absence de tout traitement ou après trempage de 24 heures dans l'eau froide. Il est par contre passé à 100% en trois jours, après traitement au papier de verre.

Le traitement manuel est lent, mais sûr et efficace s'il est appliqué par des agents expérimentés. Mais s'il s'agit de traiter de grandes quantités de semences, la scarification mécanique est préférable à la méthode manuelle.

IV.3.5. Les méthodes biologiques

Dans la nature, les animaux et les micro-organismes jouent un rôle important dans le rétablissement de la perméabilité tégumentaire. Cependant, il est difficile de l'employer pour procéder à un prétraitement contrôlé des semences. Toutefois, de bons résultats ont été obtenus en ayant recours à eux.

A propos du "leucaena", un procédé original a été imaginé par des éleveurs Hawaiiens. En donnant à manger à leur bétail les semences de cette espèce, ils auraient récupéré au bout du compte dans les fèces, 50 à 60% de graines entières qui auraient germé à 90% (BENGE, 1976). Leur scarification résulte de l'action des puissants sucs digestifs de l'estomac de ces ruminants.

En outre, dans beaucoup de régions tropicales, les termites et la fermentation partielle constituent d'importants facteurs d'interruption de la dormance tégumentaire des semences (BRYNDUM, 1966; WUNDER, 1966).

II^{EME} PARTIE :

MATERIEL ET METHODES

CHAP.I. MATERIEL SEMENCIER

I.1. Provenances semencières

Le matériel semencier nous a été fourni par le Département des Forêts du Ministère de l'Aménagement du Territoire, du Tourisme et de l'Environnement. Il a été délivré successivement les 16 décembre 1998 et 8 février 1999. Dès son arrivée au laboratoire du Département de Biologie de l'Université du Burundi (U.B.), ce matériel a été conservé au frigo à 4 °C. Il avait été préalablement entreposé dans une chambre froide du Département des Forêts à la même température. Il était parvenu au dit Département en provenance de Bujumbura-Mairie, de Mugere et de Gitega. Sa récolte y avait été opérée respectivement en juin 1997, mars 1996 et juillet 1995.

Mugere se trouve à 3°28'16" de latitude Sud et 29°22'8" de longitude Est. Bujumbura-Mairie s'étend entre 3°18'-3°28' de latitude Sud et 29°18'-29°26' de longitude Est (GUY, 1979). Les deux sites appartiennent à la même région naturelle: la plaine de l'Imbo. Le premier se situe au Sud du deuxième, à une douzaine de kilomètres. La dite plaine est coincée entre 800 et 1000 m d'altitude (S.E.D.E.S., 1969). Les précipitations moyennes annuelles varient entre 800 et 1000 mm. La moyenne thermique est supérieure à 23°C. Ses sols sont composés dans l'ensemble de sédiments d'alluvions fluviales et lacustres (M.P.C.P., 1987). Les deux stations sont dans le district de la Rusizi, du domaine phytogéographique oriental dans la région Soudano-Zambézienne (LEBRUN, 1956).

La ville de Gitega s'étend entre 3°24'-3°27' de latitude Sud et 29°54'-29°57' de longitude Est (GUY, 1979). Elle est bâtie sur les Plateaux Centraux où l'altitude varie entre 1500 et 2000 m. Les précipitations moyennes annuelles sur cette région naturelle sont de l'ordre de 1200 mm. La moyenne thermique annuelle y est 19°C. Deux grands groupes de sols ont été distingués sur ces plateaux: les ferrisols et les ferralsols (S.E.D.E.S., 1969). Cette station se trouve dans la région Soudano-Zambèzienne, domaine phytogéographique oriental, district du Rwanda-Burundi central (LEBRUN, 1956).

I.2. Modalités de récolte, d'extraction et de stockage

I.2.1. Récolte

La récolte a eu lieu à grande échelle. En effet, elle consistait à cueillir la plus grande quantité possible de graines, le plus vite possible et au moindre coût sans sélectionner avec soin les arbres-mères.

Toutefois, en vertu des directives de FAO (1992), l'opération se dirigeait notamment:
- sur des arbres ou arbustes sains et vigoureux, raisonnablement bien conformés et présentant les signes d'une croissance moyenne ou supérieure à la moyenne;
- sur des individus parvenus ou presque à maturité, ceux ayant dépassé ce stade étant à éviter car ils produisent souvent de graines de faible viabilité;
- dans des peuplements ne contenant pas de nombreux arbres ou arbustes médiocrement conformés, excessivement branchus, anormaux ou malades.

Le "leucaena" porte des graines mûres toute l'année. Mais, il existe une période de production semencière maximale pendant laquelle la récolte coûte moins cher à réaliser et, où les graines sont de meilleure qualité. Sur les branches fructifères, les semences ont été généralement atteintes après escalade du semencier. La cueillette des gousses s'est opérée à leur maturité, au petit matin pour éviter les pertes par déhiscence des gousses déjà sèches. Les récoltes très précoces ou trop tardives sont à exclure car elles sont préjudiciables à la santé semencière.

Après la cueillette, les fruits ont été ensachés et transportés vers les lieux d'extraction.

I.2.2. Extraction

Un certain nombre d'opérations ont précédé l'extraction proprement dite, à savoir l'entreposage temporaire, le prénettoyage et le séchage.

L'entreposage temporaire fut dans certains cas obligatoire, notamment quand les fruits ne pouvaient pas être immédiatement traités. Ils ont été alors placés dans un endroit sec, frais et bien ventilé, faute de quoi les fruits et les graines auraient risqué une altération entre leur arrivée au dépôt et leur extraction.

Le prénettoyage s'est étendu de la récolte à l'extraction. Les fruits ont été débarrassés de brindilles, d'écorces, de feuillage et d'autres impuretés. Tous ces éléments sont plus faciles à enlever avant qu'après l'extraction et occupent inutilement de l'espace. De plus, des fragments de feuilles et de brindilles peuvent véhiculer des spores fongiques. Ces derniers constituent une menace potentielle tant pour les semences que pour les jeunes pousses et les plantations avoisinantes. Ce prénettoyage s'est opéré manuellement par les récolteurs.

Le séchage de son côté consistait à étaler les gousses en couches minces, puis de les sécher lentement au soleil, de manière à faciliter l'extraction et l'entreposage à long terme des semences qu'elles contenaient. Cette opération influe sur la maturation des graines et la dessiccation des fruits. En effet, même lorsque la récolte a lieu en pleine maturité, il y a toujours une partie des graines saines qui ne sont pas encore complètement mûres (FAO, 1992). De plus, les gousses ne dessèchent pas toutes en même temps même si elles proviennent de la même forêt et du même arbre semencier. Le séchage s'est poursuivi jusqu'à ce que les graines se détachent complètement du fruit.

L'extraction proprement dite est finalement survenue pour séparer les graines sèches des enveloppes des fruits secs. Elle s'est exécutée par battage de ces derniers.

En fait, l'extraction et toutes les opérations connexes ont pour but d'obtenir un maximum de semences propres, dotées d'une forte viabilité. Elles ont eu lieu aux stations respectives de récolte de nos semences.

I.2.3. Stockage

Après extraction, les graines ont été transportées vers le Département des Forêts à partir de leur provenance respective. Elles ont été par la suite entreposées dans des enceintes du dit Département.

Actuellement, trois éléments sont considérés comme les plus importants des conditions d'entreposage qu'il convient de réunir pour les semences orthodoxes: une faible teneur en eau (entre 4 et 8% du poids frais), une température basse (entre 0 et 5 °C), une faible pression d'oxygène.

En vertu de ce principe, nos semences ont été conservées dans des caisses étanches. Puis ces dernières ont été transférées dans une chambre froide à 4 °C, du

Département des Forêts. Après leur réception, nous les avons mises dans des sachets en plastique, puis dans des boîtes métalliques hermétiquement fermées. Ces dernières ont été alors transférées au frigo du laboratoire de Département de Biologie à 4 °C, jusqu'à la date de chaque essai.

CHAP.II. METHODES

II.1. Prétraitement

De par nos essais préliminaires, nous avons effectivement constaté que nos graines accusent un empêchement germinatif. Ce constat nous a alors conduit à chercher des modalités destinées à lever cette dormance et stimuler la germination. C'est ainsi que nous avons soumis ces semences dormantes à une conservation à sec et à l'action de l'eau oxygénée (H_2O_2).

II.1.1. Conservation à sec

II.1.1.1. Température ambiante

Des lots de semences gardées à sec ont été laissées sur une table pendant un, deux ou trois mois selon le cas. Après chaque durée de conservation, ces graines ont été incubées pendant 21 jours à 30 °C.

II.1.1.2. Température alternante

D'autres lots de semences ont été placés dans une étuve dont le régime thermique était fluctuant. Le couple thermique auquel les semences étaient soumises était de 15~30 °C, alternance de température qui s'était révelée optimale dans des essais antérieurs relatifs à la germination des graines de "leucaena" (HARUSHA, 1996). Là également, trois durées de conservation suivies chacune d'une incubation à 30 °C pendant 21 jours ont été réalisées: un, deux et trois mois.

II.1.2. L'eau oxygénée

Une solution d'eau oxygénée de 1% a été préparée à partir d'une solution 30% de ce produit. Après, des lots de semences ont été mis à tremper dans cette solution pendant cinq durées différentes: un, deux, quatre, sept et dix jours. 100 ml de cette substance étaient exigés pour 50 graines. A la fin de chaque moment d'immersion, les semences ont été abondamment rincées, puis incubées à 30 °C pendant 21 jours.

II.2. Modes de semis et conditions d'incubation

II.2.1. Modes de semis

Avant chaque essai, les lots de semences y afférents ont été débarrassés d'éléments étrangers de toute sorte, ainsi que de matières inertes. Une précaution particulière a été réservée aux graines ratatinées, brisées, contaminées par un parasite ou une maladie ou appartenant à une autre espèce. Celles-là constituent en fait un ensemble d'impuretés dangereuses (FAO, 1982). Outre ces dernières, les graines déformées, anormalement petites ou présentant une entaille ont été écartées.

La grosseur, la forme, la densité, la couleur et la texture superficielle sont les caractéristiques principales qui permettent de distinguer les graines saines des matières inertes notamment les semences stériles ou vides. Ce travail est plus ou moins aisé selon le degré de différence entre les graines saines et la matière dont il faut les séparer. Il dépend en outre du degré d'uniformité entre les semences elles-mêmes.

Pour ce qui nous concerne, le mode de séparation était essentiellement visuel. Ainsi, seules la couleur, la forme, la grosseur ont été les critères utilisés. Soulignons que la plupart des machines à nettoyer les semences opèrent un tri en fonction de la grosseur et de la densité. Les graines légères et autres déchets de faible poids ont été dégagés en exerçant par la bouche un souffle modéré au-dessus des semences étalées en couches minces sur une paillasse du laboratoire

Afin de travailler dans des conditions d'hygiène acceptables, les semences étaient couchées sur une partie de la paillasse préalablement lavée à l'eau puis nettoyée à l'ouate imbibée d'éthanol technique. Les mains et les autres objets (pince et latte) devant entrer en contact avec les graines ont bénéficié de ces mêmes soins.

Les semences sélectionnées après cet ensemble d'opération étaient alors soumises aux prétraitements ou directement incubées pour les témoins.

II.2.2. Conditions d'incubation

Comme le recommandent BOEKE *et al.* (1969), pour les petits laboratoires d'analyse des semences, l'incubation s'est déroulée exclusivement dans des germoirs type armoire (ANALIS Luminincube II). Cet incubateur consiste en une enceinte à double

paroi. Il est convenablement isolé contre les variations de température par une couche d'air et de matériel isolant. Il dispose d'un micro-ordinateur qui contrôle un système qui réchauffe ou refroidit son intérieur. Cet appareil possède également des glissières adaptées aux types de plateaux de germination employés par divers laboratoires.

Grosso modo, ce dispositif permet de contrôler méticuleusement les conditions de température et d'éclairement. Ainsi, du début à la fin de nos essais, les semences ont été incubées à 30 °C, palier thermique établi ultérieurement comme optimal pour la germination des graines de "leucaena" (HARUSHA, 1996). Conformément aux règles de l'ISTA (1976), l'incubation s'est déroulée sous un éclairement uniforme des plateaux portant les boîtes de Pétri contenant les graines. Sa durée a été de 21 jours.

Le lit de germination élémentaire était une boîte de Pétri contenant du papier-filtre de marque WHATMAN (Cat. N°1001090) imbibé d'eau distillée ou déminéralisée.

II.3. Arrosage, contrôle et dénombrement des germinations

II.3.1. Arrosage et contrôle

D'une manière générale, l'arrosage des graines incubées s'est effectué tous les deux jours. Cependant, après le démarrage d'un essai, des passages réguliers et rapprochés au laboratoire étaient d'une importance primordiale. En effet, les semences en germination absorbent beaucoup d'eau particulièrement pendant les premiers jours. Toutefois, l'humidification du substrat ne doit être que juste suffisante pour permettre la germination. Cela découle du fait que même une fine pellicule d'eau au-dessus des semences peut provoquer leur non-germination ou leur détérioration. Une aération insuffisante et une attaque par les champignons consécutives à ces conditions d'humidité trop élevée justifieraient ces phénomènes. D'autres mesures prophylactiques prises contre les moisissures consistaient à l'enlèvement des graines pourries, la désinfection des armoires de germination et l'espacement des semences en cours d'incubation.

L'état sain ou détérioré de la semence s'estimait en lui appliquant une légère pression à l'aide d'une pince. La graine résistait à la force lui infligée si elle était bonne et, éclatait si elle était déjà endommagée. Cette opération devait s'effectuer très délicatement pour éviter que la semence détériorée répande son contenu et contamine ses voisines saines. Si cela survenait, la boîte de Pétri et le papier-filtre concernés

étaient immédiatement changés. Dans les laboratoires les mieux équipés, une technique radiographique permet de distinguer aisément les graines demeurées saines de celles détériorées.

Enfin, les visites permanentes au laboratoire permettaient de surveiller le fonctionnement des incubateurs et s'assurer ainsi du respect des conditions expérimentales. Le comptage des germinations était effectué aussi à l'occasion de ces passages.

II.3.2. Le dénombrement des germinations

Normalement, le premier dénombrement devrait avoir lieu une semaine après le début de l'incubation (ISTA, 1976). Les comptages suivants se seraient alors opérés à une semaine d'intervalle jusqu'à la fin de l'essai. Mais comme nous désirions connaître avec précision la vitesse de germination, il a fallu procéder à des relevés plus fréquents. Ainsi, les comptages à des intervalles réguliers de deux jours ont été faits sauf entre les deux derniers dénombrements. A la même occasion, le nombre de graines déjà détériorées était enregistré.

D'une manière générale, la germination est dite effective quand sa radicule atteint 5 mm ou plus. Mais dans la pratique du laboratoire, la graine est estimée germée lorsque sa radicule a au moins 2 mm de long. C'est donc ce dernier critère qui a été adopté dans nos essais.

II.4. Expression des résultats

II.4.1. Paramètres germinatifs

Les résultats ont été exprimés à l'aide des paramètres utilisés habituellement dans les essais de germination. Ces paramètres sont les suivants :

- G%: taux de germination : c'est le rapport centésimal entre le nombre de graines germées (G) et le nombre de graines semées;

- D%: taux de détérioration : il représente le pourcentage de graines détériorées par rapport aux graines semées;

- S%: taux de conservation : il se rapporte au pourcentage des graines non germées mais demeurées saines en fin d'essai par rapport au nombre de graines semées;

- CG%: capacité germinative : elle correspond au rapport centésimal entre le nombre de graines germées et la somme des graines germées et non germées mais demeurées saines en fin d'essai;

- Ig: indice de rapidité de germination : il se définit par la sommation des rapports entre le pourcentage de graines germées dans l'intervalle séparant deux dénombrements successifs (G) et le nombre de jours écoulés depuis le semis (n); c'est-à-dire

$$Ig = G_1/n_1 + G_2/n_2 + G_3/n_3 + ... + G_x/n_x = \sum_1^x G/n$$

II.4.2. Analyse statistique

L'étude statistique a porté sur l'analyse de la variance et le test de NEWMAN-KEULS au seuil de probabilité de 5%. Elle concernait le taux et la vitesse de germination. Deux types de tableaux ont été employés à cet effet:
- l'analyse de la variance: elle indique, grâce au test de FISCHER, la signification de l'influence exercée par les variables provenance (facteur 1) et prétraitement (facteur 2) ainsi que leur interaction (facteur 1*2), respectivement sur le taux et la vitesse de germination. Les paramètres utilisés dans ce type de tableau sont:

S.C.E. = somme des carrés des écarts
D.D.L. = degré de liberté
C.M. = carré moyen ou variance

L'influence exercée par un facteur est non significative (N.S.) si la valeur de F observée est inférieure à sa valeur théorique. Elle est significative si F observée est supérieure ou égal à F théorique. Selon que cette influence existe au niveau de l'erreur de première espèce de 5%, 1% ou 0,1%, elle devient respectivement significative (*), hautement significative (**) ou très hautement significative (***).

- Le test de NEWMAN-KEULS a été uniquement envisagé pour le facteur ayant exercé au moins une influence significative sur le paramètre germinatif concerné. En comparant les moyennes générales, il montre les groupes homogènes auxquels appartiennent les différents niveaux de ce paramètre.

III^{EME} PARTIE:
RECHERCHES EXPERIMENTALES

CHAP.I. EFFET DE LA CONSERVATION A SEC ET A TEMPERATURE AMBIANTE

I.1. Introduction

Au cours de nos essais préliminaires effectués sur les graines de *Leucaena leucocephala* (résultats non publiés dans le présent travail), celles-ci ont manifesté une grande inaptitude germinative. Dans une perspective de vaincre cette dernière et déterminer les conditions d'une germination rapide et effective, nous avons décidé d'appliquer à nos semences une conservation à sec et à température ambiante.

En effet, dans les régions tropicales sèches, une combinaison de conditions propres à la saison la moins favorable à la croissance (saison sèche), à savoir une température élevée et une faible humidité, pourrait mieux lever la dormance et stimuler la germination durant la saison de pluies suivante (FAO, 1992). En outre, certaines semences de légumineuses seraient incapables de germer si elles ne sont pas préalablement restées un certain moment à la température ambiante (CHAPMAN, 1936). Par ailleurs, les agriculteurs et les forestiers stockent les semences sèches à la température ambiante en attendant le retour de la saison culturale. Ces graines germeraient alors ensuite sans problème.

I.2. Protocole

Une quantité de graines nécessaires pour couvrir les besoins de cette série d'essais a été retranchée des lots semenciers conservés au frigo. Après leur nettoyage, quatre groupes élémentaires ont été constitués pour chaque provenance semencière. Le premier a été immédiatement incubé pour servir de témoin. Les trois autres ont été mis dans des boîtes de Pétri propres, non couvertes et exemptes de toute trace d'eau. Le tout a été par la suite abandonné sur une paillasse du laboratoire du Département de Biologie. La durée de l'exposition à ces conditions a été un, deux ou trois mois.

Le matériel semencier utilisé avait été récolté en juin 1997, mars 1996 et juillet 1995. Il provenait respectivement de Bujumbura-Mairie, de Mugere et de Gitega. Le lot expérimental élémentaire été de quatre répétitions de 50 graines chacune. L'incubation s'est déroulée à 30 °C pendant 21 jours et toujours à la lumière, dans des incubateurs de marque ANALIS Luminincube II. Les arrosages et les comptages ont été réalisés généralement tous les deux jours. Les opérations relatives à cette expérimentation ont

démarré le 16 février pour se terminer le 16 juin 1999.

1.3. Résultats

Le tableau 1 présente les résultats germinatifs des semences de *Leucaena leucocephala* incubées à 30 °C pendant 21 jours en fonction de la durée de conservation à sec et à température ambiante sur une table et en fonction de l'origine semencière.

De leur côté, les tableaux 2 et 3 illustrent les résultats d'une analyse de la variance relative respectivement au taux et à la vitesse de germination. Ils indiquent l'impact de la provenance (facteur 1), du prétraitement (facteur 2) et de leur interaction (facteur 1*2) sur le déroulement de la germination.

Quant au tableau 4, il indique grâce au test de NEWMAN-KEULS, les groupes homogènes dans lesquels appartiennent nos provenances semencières en comparant les moyennes générales relatives au taux et à la vitesse de germination.

Enfin, les figures 10 et 11 montrent l'évolution du taux et de la vitesse de germination des semences des trois provenances incubées à 30 °C pendant 21 jours en fonction de la durée de conservation à sec et à température ambiante sur une table.

I.4. Commentaires

1. Dans les limites des conditions expérimentales testées, il apparaît que la conservation à sec et à température ambiante sur une table n'a pas amélioré ni le taux ni la vitesse de germination de nos trois provenances semencières. Effet, les résultas germinatifs consignés dans le tableau 1 ont permis de soupçonner ce comportement avant même que ne vienne le confirmer une analyse de la variance effectuée ultérieurement (tableaux 2 et 3). Cette étude statistique a révélé que d'une manière générale, le facteur 2 (prétraitement) n'a pas eu d'effet significatif sur les deux paramètres germinatifs G% et Ig. Ces résultats confirment ainsi que les semences de *Leucaena leucocephala* possèdent un empêchement germinatif important.

Tableau 1 : Résultats germinatifs des semences de *Leucaena leucocephala* incubées à 30 °C pendant 21 jours en fonction de la durée de conservation à sec et à température ambiante sur une table et de la provenance semencière.

Origine semencière	Durée de conservation en mois	G%	D%	S%	CG%	Ig
Bujumbura-Mairie	0	17	0	83	17	16,9
	1	16,5	0,5	83	16	17,8
	2	15,5	2	82,5	15,5	17
	3	21 ,5	0	78,5	21,5	23,9
Mugere	0	21,5	0	78,5	21,5	21,6
	1	20	0	80	20	20,9
	2	19,5	1	79,5	19,7	18,5
	3	21,5	0,5	78	21,6	22,8
Gitega	0	7	2	91	7,1	7
	1	8	1	91	8,1	6,7
	2	10	2	88	10,2	11,7
	3	7,5	2,5	90	7,7	8,2

Tableau 2: Analyse de la variance relative au taux de germination des semences de *L. leucocephala* incubées à 30°C pendant 21 jours après une conservation à sec et à température ambiante sur une table.

Source de variation	S.C.E.	D.D.L.	C.M.	Test F
Var. totale	645,48	47	13,73	
Var. facteur 1	340,67	2	170,33	22,28 ***
Var. facteur 2	7,73	3	2,58	0,34 N.S.
Var. facteur 1*2	21,83	6	3,64	0,48 N.S.
Var. résiduelle	275,25	36	7,65	

Facteur 1 : Provenance; Facteur 2: Prétraitement

N.S., *** : respectivement, différence non significative et très hautement significative.

Tableau 3: Analyse de la variance relative à la vitesse de germination des semences de *L. leucocephala* incubées à 30 °C pendant 21 jours après une conservation à sec et à température ambiante sur une table.

Source de variation	S.C.E.	D.D.L.	C.M.	Test F
Var. totale	131,07	131	1,00	
Var. facteur 1	34,12	2	17,06	22,21 ***
Var. facteur 2	1,62	3	0,54	0,70 N.S.
Var. facteur 1*2	3,15	6	0,52	0,68 N.S.
Var.résiduelle	92,18	120	0,77	

Facteur 1 : Provenance; Facteur 2: Prétraitement

N.S., *** : respectivement, différence non significative et très hautement significative.

Tableau 4: Test de NEWMAN-KEULS au seuil de probabilité de 5% relatif au facteur provenance pour les semences de *L. leucocephala* incubées à 30 °C pendant 21 jours après conservation à sec et à température ambiante sur une table. Comparaison des moyennes générales relatives au taux et à la vitesse de germination.

Paramètres germinatifs	Libellés	Moyennes générales	Groupes homogènes
G%	Mugere	20,62	A
	Bujumbura-Mairie	17,62	A
	Gitega	8,12	B
Ig	Mugere	21,23	A
	Bujumbura-Mairie	18,92	A
	Gitega	8,36	B

Figure 10: Evolution du taux de germination des semence de *L. leucocephala* incubées à 30 °C pendant 21 jours en fonction de la durée de conservation à sec et à température ambiante sur une table et de la provenance semencière.

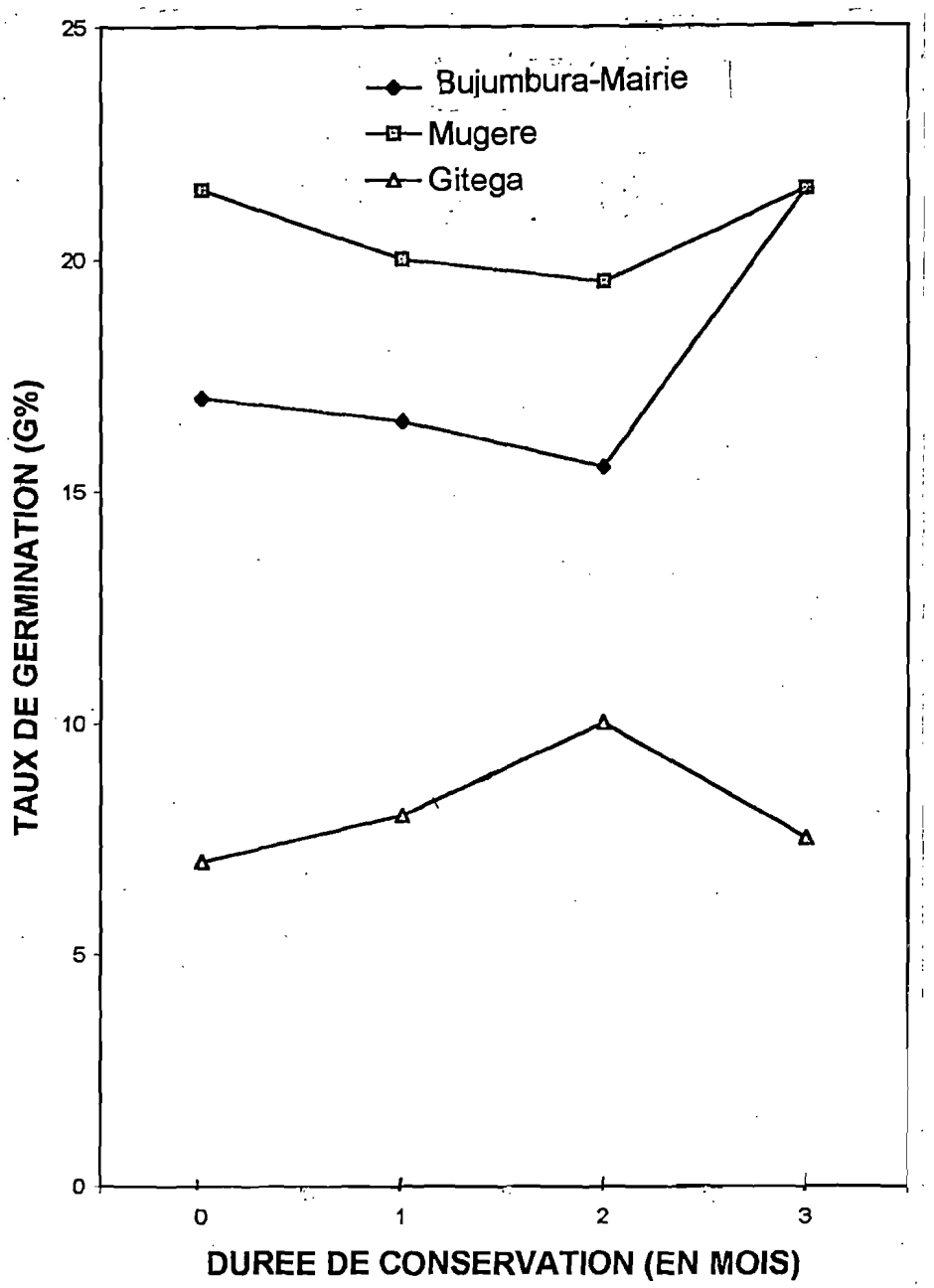
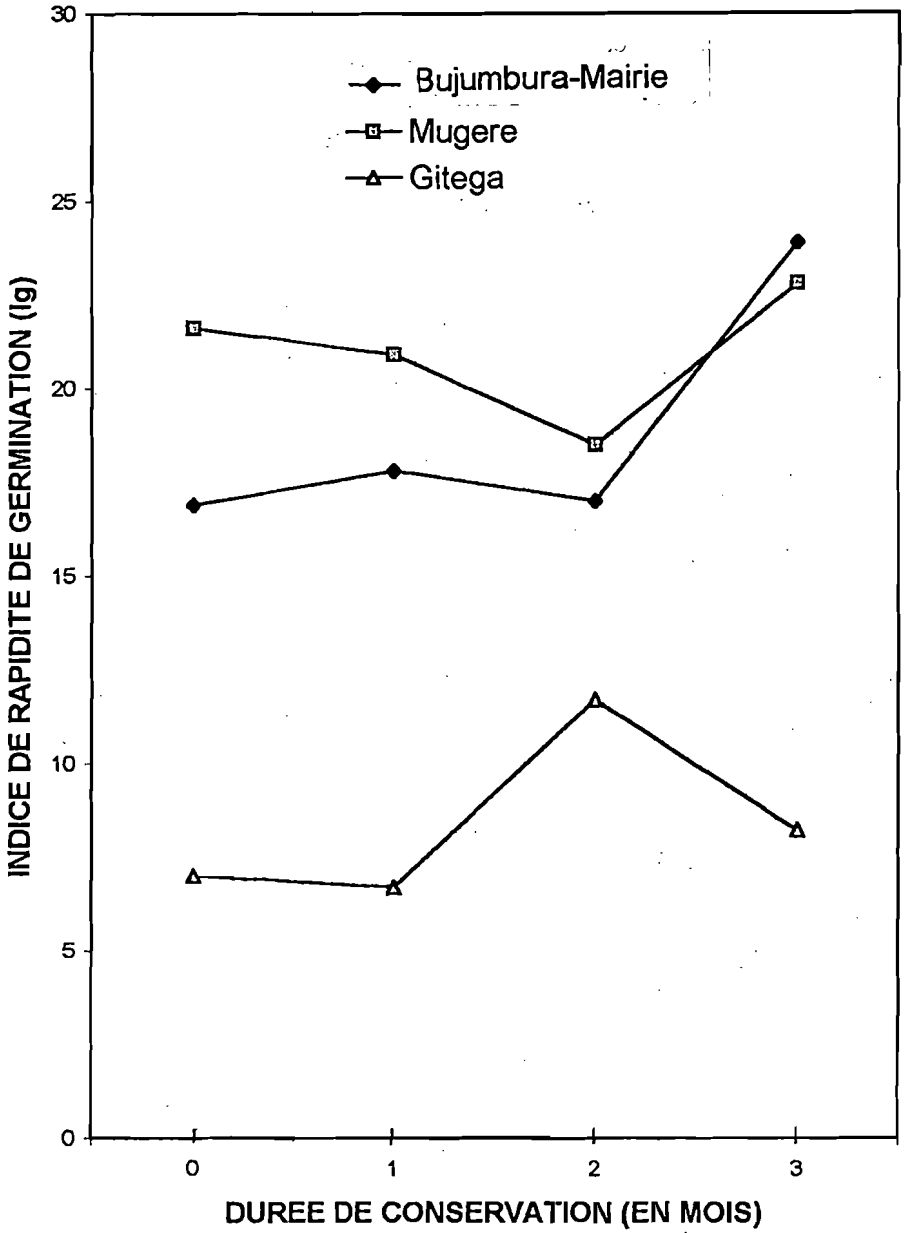


Figure 11: Evolution de la vitesse de germination des semences de *L. leucocephala* incubées à 30 °C pendant 21 jours en fonction de la durée de conservation à sec et à température ambiante sur une table et de la provenance semencière.



2. En revanche, les caractéristiques germinatives de nos semences se sont avérées dépendantes de leurs origines. Ce comportement est illustré par le fait que le facteur 1 (provenance) a manifesté une action très hautement significative sur le taux et la vitesse de germination (tableaux 2 et 3).

3. Les provenances semencières Bujumbura-Mairie et Mugere forment un groupe homogène A carrément distinct du groupe homogène B d'appartenance de la provenance Gitega (tableau 4). Il apparaît en effet que les moyennes générales du taux et de la vitesse de germination des deux premières origines sont comparables mais nettement différentes de celle de cette troisième.

4. Les performances germinatives des semences de Mugere et Bujumbura-Mairie seraient dans tous les cas supérieures à celles des semences de Gitega (tableaux 1 et 4; figures 10 et 11).

5. Enfin, il importe de souligner que les semences étudiées ont enregistré d'une manière générale, un très faible taux de détérioration et parallèlement un taux de conservation très élevé: la moyenne générale pour les trois provenances est respectivement 0,9% pour le premier paramètre et 82,7% pour le deuxième (tableau 1). Cela est synonyme de semences dotées d'une très grande viabilité. Mais, elles se heurtent à un très fort obstacle à l'établissement des conditions requises pour le démarrage et le déroulement de la germination. En outre, ces résultats confirment que les techniques expérimentales employées n'ont pas endommagé nos graines.

I.5. Discussion

1. Dans les limites de nos conditions expérimentales, le taux et la vitesse de germination de nos semences sont demeurés assez faibles après l'application d'une conservation à sec et à température ambiante sur une table. Nos résultats concordent avec ceux obtenus par de TROYER (1980) au terme de ses essais sur les semences d'une autre légumineuse, *Robinia pseudoacacia L.*. HARUSHA (1996) a observé le même comportement germinatif chez les graines de *Leucaena leucocephala* et *L. diversifolia* respectivement originaires de Mugere et Giheta, conservées à sec et à température ambiante mais dans un tiroir. Ces trois travaux contredisent donc la théorie selon laquelle la conservation à sec améliorerait les aptitudes germinatives des semences (CHAPMAN, 1936; FAO, 1992).

Toutefois, des réserves doivent être faites en ce qui concerne nos propres observations. En effet, bien que les résultats des deux premiers auteurs sont quelque part comparables aux nôtres, ils ont été obtenus à partir d'espèces différentes de la nôtre et en utilisant un protocole dissemblable. En outre, la durée maximale de prétraitement que nous avons testé est de trois mois, alors que les agriculteurs et les forestiers peuvent stocker les semences sèches beaucoup plus longtemps en attendant le retour de la bonne saison culturale. Par ailleurs nos semences sont d'une essence adaptée aux régions sèches où la saison défavorable à la reprise de la croissance et à la germination peut atteindre huit, voire même dix mois (N.A.S., 1977 et 1984; FACAGRO, 1987).

2. Le facteur provenance a influencé de façon très hautement significative le taux et la vitesse de germination de nos semences. Ce constat est en accord avec les observations de ELIASON et HEIT (1941), JUSTICE (1944), THOMPSON (1968), etc. En effet, ces auteurs affirment que les semences de provenances différentes sont dans des états de dormance notablement différents. D'après FAO (1992), l'origine, la latitude et l'année de récolte seraient conjointement les facteurs pouvant expliquer les disparités de comportement germinatif entre diverses origines semencières d'une même espèce. Ces paramètres constitueraient en fait un ensemble modificateur de la dormance. Ces mêmes éléments pourraient justifier le comportement germinatif observé chez nos diverses provenances semencières.

Quant aux contrastes de la germination remarqués au sein de chaque provenance semencière, ils seraient dus à l'existence d'une dormance différentielle à l'intérieur d'une même provenance ou d'un même lot de semences (FAO, 1992). C'est ce même effet qui permet l'échelonnement de la germination sur une période de temps plus ou moins longue. En outre, ARTHUR (1895) et PAUNOVIC (1962) ont réalisé que la longueur de la dormance serait liée à la position des graines sur les plantes-mères et dans le fruit. De plus les semences grosses et/ou lourdes germent généralement plus tôt que les petites et/ou légères semences (GOO,1948). En effet la vigueur germinative des graines de grande taille est meilleure car elles contiennent davantage des substances nutritives (FAO,1982, 1992).

3. Il ressort également de nos résultats que les origines semencières Bujumbura-Mairie et Mugere sont dans un même groupe homogène nettement distinct de celui auquel appartient la provenance Gitega. Nous pouvons en déduire que les semences des deux premières origines ont été récoltées sur des arbres-mères poussant dans des peuplements distants de *Leucaena lecocephala,* mais appartenant à une même provenance. En effet, elles sont de la même région d'Imbo. Par ailleurs, la détermination

d'une provenance s'avère difficile dans une même région. Souvent, la provenance reçoit le nom du village le plus proche. Cependant, rien ne permet de déterminer si la fréquence génétique se modifie de façon significative à un, à dix ou cent kilomètres du point de la récolte originale (FAO, 1992). Il advient alors que le terme provenance est de plus en plus appliqué aux zones caractérisées par la nature génétique des populations plutôt qu'à leur emplacement.

Quant à la provenance Gitega, elle se distingue visiblement des deux premières. Elle a été récoltée sur les Plateaux Centraux à une altitude moyenne différente de celle de la plaine de l'Imbo et où les caractéristiques climatiques et pédologiques tranchent carrément avec celles de cette région. En effet, il est apparu clairement qu'au sein d'une même espèce botanique, les variations génétiques importantes constituent une réalité (FAO, 1992). Ces dernières seraient souvent associées aux particularités géographiques des endroits où poussent les différents individus. Cela est en rapport avec la localisation géographique d'origine des plantes où leurs caractéristiques se sont développées par sélection naturelle (ZUMER-LINDER, 1979).

4. Nos résultats montrent également que les semences originaires de Mugere et Bujumbura-Mairie manifestent des performances germinatives supérieures à celles des semences provenant de Gitega. Ceci serait lié au comportement même général de cette essence sur le territoire burundais. En effet, cette plante a manifesté une meilleure acclimatation dans la plaine de l'Imbo et les dépressions de l'Est, mais seulement une moyenne sur les Plateaux Centraux et dans le Mirwa (ISABU *et al.*, 1987). Cette observation serait d'ailleurs soutenue par le fait que cette espèce est originaire des basses altitudes mexicaines (N.A.S., 1977 et 1984).

5. Enfin, à l'issue de nos essais, les résultats obtenus ont montré que les détériorations semencières ont été très faibles et les graines saines non germées en fin d'essais très nombreuses. En d'autres termes, nos semences étaient très viables, donc susceptibles de germer n'eût été l'interposition des conditions défavorables au processus germinatif. En effet, ces semences orthodoxes et macrobiotiques ont un tégument dur et cutinisé qui protège l'intérieur de la graine du dessèchement, des chocs ou de l'action des champignons, des bactéries et des insectes (KRUGMAN *et al.*, 1974). Le revers de cette situation est que cette enveloppe séminale empêche également l'imbibition de l'eau, parfois même les échanges gazeux, phénomènes fondamentaux de la reprise de la croissance embryonnaire et de la germination. C'est pourquoi une meilleure germination des graines de cette espèce est absolument tributaire d'un prétraitement. Parfois même, la dormance liée à la dureté tégumentaire serait tellement intense que les

semences demeureraient insensibles à ce dernier, tout au moins à certains de ses niveaux. Le comportement de nos graines à l'égard de la conservation à sec et à température ambiante sur une table serait un exemple illustrant ce phénomène.

En outre, l'application méticuleuse des opérations de nettoyage et des règles d'hygiène (voir II^{EME} PARTIE: MATERIEL ET METHODES) aurait limité les infections éventuelles des graines incubées qui auraient alourdi les détériorations semencières. En fait, la santé semencière constitue l'une des conditions essentielles pour obtenir un rendement élevé de la culture (FAO, 1982).

I.6. Conclusions

1. Il se confirme que les semences de *Leucaena leucocephala* manifestent un empêchement germinatif important.

2. Dans les limites de nos conditions expérimentales, une conservation à sec et à température ambiante sur une table d'une durée maximale de trois mois n'a pas amélioré la germination des graines de notre espèce.

3. Le comportement germinatif des graines de *L. leucocephala* serait étroitement lié à leur provenance.

4. Les semences de Bujumbura-Mairie et Mugere seraient frappées par un empêchement germinatif moins profond que celui qu'accusent les graines provenant de Gitega.

CHAP.II. INFLUENCE DE LA CONSERVATION A SEC ET A TEMPERATURE ALTERNANTE

II.1. Introduction

L'effet de la conservation à sec et à température ambiante (voir chapitre précédent) n'ayant pas donné des résultats germinatifs appréciables, il nous a semblé intéressant de tester l'action d'une conservation à sec et à température alternante sur la germination de nos semences.

En effet, dans la nature, les semences qui attendent le retour des conditions propices à la germination sont soumises globalement à l'alternance de la température plus ou moins élevée du jour et à la fraîcheur de la nuit. En outre, dans le cas des semences à enveloppes insuffisamment perméables à l'eau, il est possible que les températures alternées agissent comme les alternances de sécheresse et d'humidité en provoquant la formation de craquelures au sein des ces dernières (COME,1970). Cela aurait pour effet de favoriser la germination en permettant une meilleure imbibition des semences (KASINOV ,1959).

II.2. Protocole

Pour l'ensemble de l'essai, quatre petits lots ont été disponibilisés. L'un d'eux devait être immédiatement incubé sans être prétraité pour servir de témoin. Les trois autres ont été mis dans des boîtes de Pétri exemptes de toute trace d'eau et de couvercles. Ils ont été par la suite transférés dans une étuve qui fonctionnait à une alternance thermique. Uniquement le couple 15~30 °C a été testé à cause du manque de temps et d'équipement.

Le passage d'un palier thermique à un autre se faisait automatiquement après douze heures de temps, grâce à un micro-ordinateur couplé à l'incubateur. 30 °C ont été assimilés à la température du jour et les semences étaient à ce moment soumises à un éclairement. Pendant tout le temps que le régime thermique à l'intérieur de l'appareil était de 15 °C, soit douze heures, les semences restaient à l'obscurité pour simuler la nuit.

Le matériel semencier utilisé provenait de Bujumbura-Mairie, de Mugere et de Gitega où il avait été récolté respectivement en juin 1997, mars 1996 et juillet 1995. Le lot expérimental élémentaire relatif à chaque origine semencière était constitué de quatre répétitions de 50 graines.

Trois durées de conservation ont été essayées, à savoir un, deux et trois mois. A l'expiration de chacune, les semences ont été mises en incubation à 30 °C pendant 21 jours à l'exemple du témoin. Les arrosages et les comptages des germinations ont été généralement effectués tous les deux jours. Les manipulations relatives à ce prétraitement ont débuté le 16 février 1999 et ont pris fin le 16 juin de la même année.

II.3. Résultats

Le tableau 5 indique les résultats germinatifs des semences de *L. leucocephala* incubées à 30 °C pendant 21 jours en fonction de l'origine semencière et compte tenu de la durée de conservation à sec et à température alternante.

Les tableaux 6 et 7 de leur côté illustrent une analyse de la variance relative respectivement au taux et à la vitesse de germination en fonction des facteurs 1 (provenance) et 2 (prétraitement).

Quant aux tableaux 8 et 9, ils concernent le test de NEWMAN-KEULS. Le premier classe les provenances semencières en groupes homogènes après comparaison des moyennes générales de leur taux et de leur vitesse de germination. Le deuxième établit la même classification en considérant les vitesses germinatives par rapport aux durées de prétraitement, indépendamment de la provenance semencière.

Les figures 12 et 13 tracent enfin, respectivement l'évolution du taux et de la vitesse de germination des semences de *L. leucocephala* incubées à 30 °C pendant 21 jours en fonction de la durée de conservation à sec et à température alternante et en fonction de la provenance semencière.

Figure 12: Evolution du taux de germination des semences de *L. leucocephala* incubées à 30 °C pendant 21 jours en fonction de la durée de conservation à sec et à température alternante (15~30 °C) et de la provenance semencière.

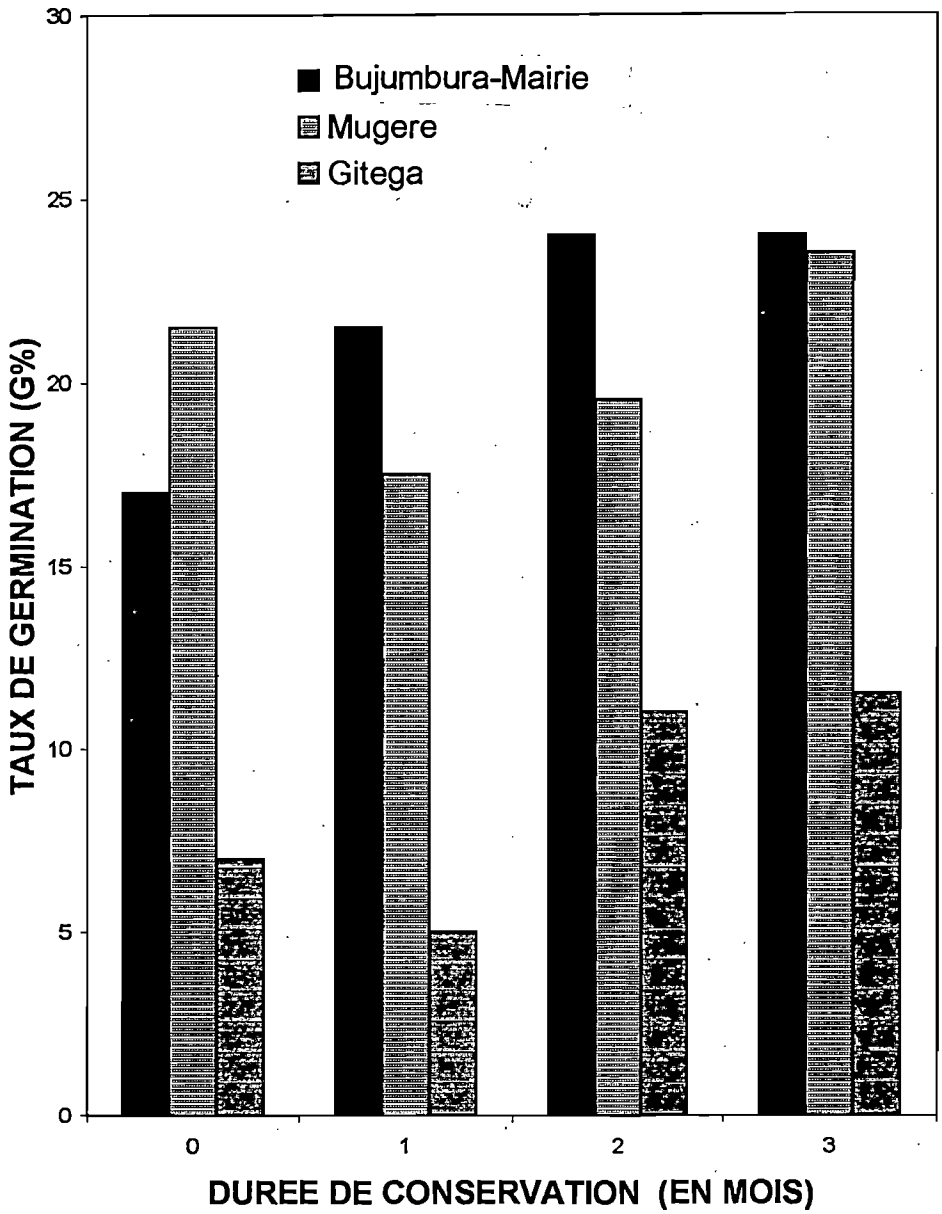
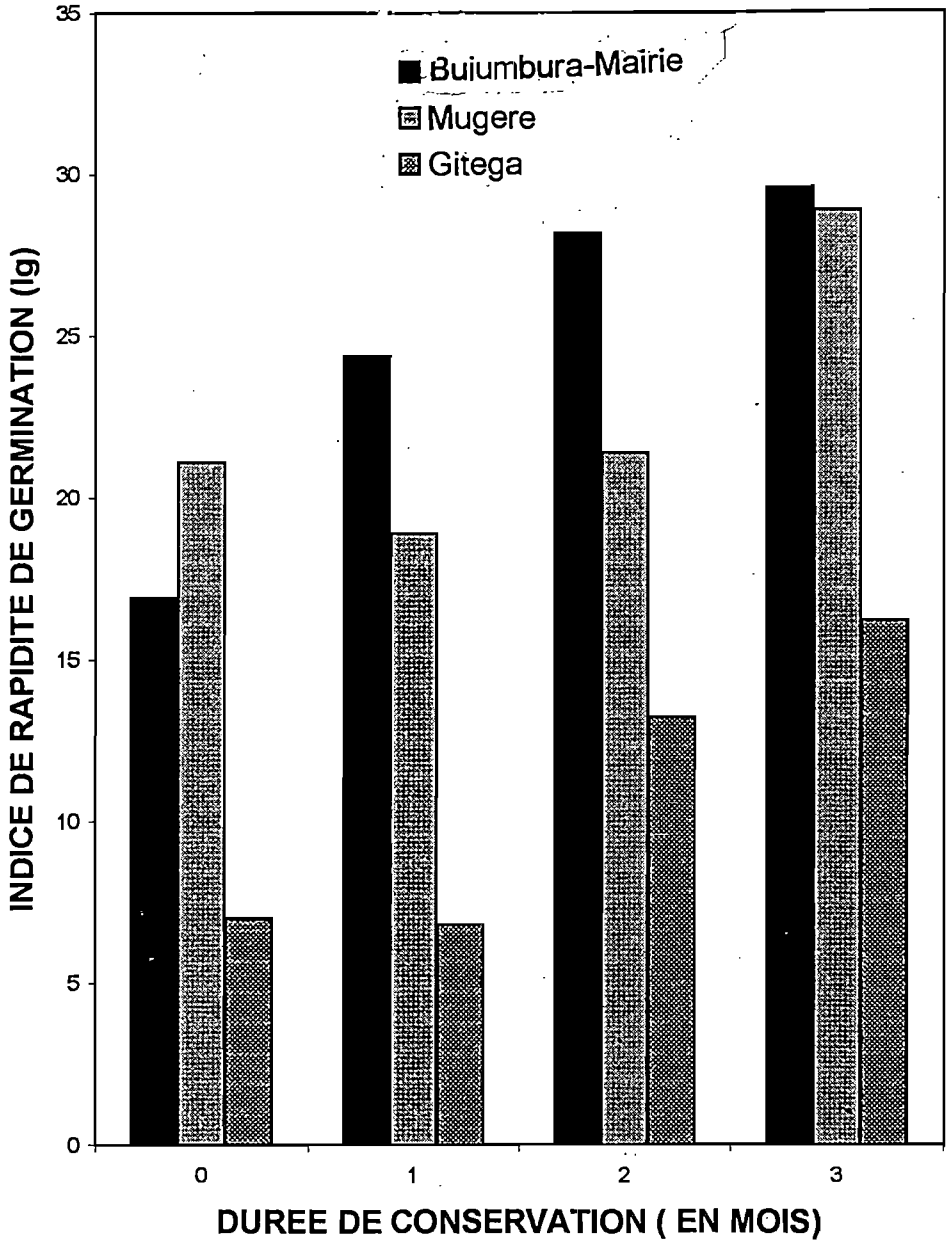


Figure 13: Evolution de la vitesse de germination des semences de *L. leucocephala* incubées à 30 °C pendant 21 jours en fonction de la durée de conservation à sec et à température alternante (15~30 °C)et en fonction de la provenance semencière.



II.4. Commentaires

1. D'une manière générale et dans les limites des conditions expérimentales étudiées, la conservation à sec et à température alternante n'a pas considérablement augmenté le taux de germination de nos semences (tableau 5). Une étude plus fine réalisée grâce à l'analyse de la variance (tableau 6) a révelé en effet que le facteur 2 (prétraitement) n'a pas exercé une influence significative sur ce paramètre germinatif.

2. Malgré ce qui précède, ce prétraitement aurait globalement amélioré d'une manière significative la vitesse de germination des semences des trois provenances (tableau 7). Le test de NEWMAN-KEULS qui s'en est suivi a révélé que l'effet de la durée de conservation sur la vitesse de germination se ferait sentir progressivement de zéro (témoin) à trois mois de prétraitement (tableau 9). La durée de trois mois pourrait être considérée comme la plus efficace pour nos essais. En outre, l'amélioration significative de ce paramètre germinatif aurait débuté au cours du deuxième mois de conservation.

3. Le taux et la vitesse de germination des semences de *L. leucocephala* semblent dépendre de la provenance semencière. En effet, le facteur 1 (provenance) a manifesté une influence très hautement significative en ce qui concerne les deux paramètres germinatifs (tableaux 6 et 7). Le test de NEWMAN-KEULS a alors montré que les origines semencières Bujumbura-Mairie et Mugere rentrent dans un même groupe homogène alors que Gitega forme un sien à part (tableau 8).

4. Aussi, comme l'illustrent conjointement les tableaux 5 et 8, ainsi que les figures 12 et 13, les semences de Bujumbura-Mairie et de Mugere seraient caractérisées par des performances germinatives similaires et toujours supérieures à celles des semences provenant de Gitega. Les graines de Gitega seraient donc plus dormantes.

5. Enfin, nous avons enregistré en tout état de cause un taux de détérioration semencière très faible, avec une moyenne de 0,5% pour les trois provenances (tableau 5). Parallèlement, le pourcentage de semences non germées mais demeurées saines en fin d'essais était généralement toujours très élevé: le taux moyen pour les trois origines semencières dépasserait légèrement 82%.

II.5. Discussion

1. Dans les limites de nos conditions expérimentales, la conservation à sec et à température alternante n'a pas favorisé le taux de germination de manière sensible. Cette observation contredit la théorie de KASINOV (1959) et COME (1970). En effet, ces deux auteurs affirment que, chez les semences à enveloppes insuffisamment perméables à l'eau, l'alternance de la température agirait comme celle de la sécheresse et de l'humidité en provoquant la formation de craquelures au sein de ces dernières. Cela aurait pour conséquence de favoriser la germination en permettant une meilleure imbibition des semences.

2. Contrairement à l'effet observé sur le taux de germination, la conservation à sec et à température alternante semble avoir amélioré de façon significative la vitesse du mécanisme germinatif des semences des trois provenances. L'effet de la durée de prétraitement sur l'indice de rapidité de germination se ferait sentir progressivement. La durée de trois mois offre les meilleurs résultats tandis que le début de l'amélioration de la vitesse de germination de manière sensible serait survenu au cours du deuxième mois. Toutefois, il s'avère nécessaire d' entreprendre des essais de durées comprises entre un et deux mois et supérieures à trois mois en vue d'obtenir des résultats plus concluants.

Mais d'orès et déjà, l'augmentation de la vitesse de germination de nos semences serait un signe annonçant l'action amélioratrice de cette conservation, déjà décelable par le biais d'une meilleure imbibition des semences les moins dormantes (celles qui ont pu germer). Ce comportement germinatif permettrait alors un rapprochement de nos propres observations avec les considérations de KASINOV (1959) et COME (1970). Toutefois, le seuil de sensibilité de nos semences à ce prétraitement serait supérieur à trois mois en ce qui concerne leur pourcentage de germination.

3. Le taux et la vitesse de germination des graines de *L. leucocephala* paraissent étroitement liés à leur provenance. Ce constat confirme encore une fois que les semences de provenances différentes sont dans des états de dormance notablement différents (JUSTICE, 1944).

Quant aux différences germinatives enregistrées au sein d'une même provenance semencière, elles illustrent une fois de plus l'existence d'une dormance différentielle à l'intérieur de cette dernière ou d' un même lot de semences, et qui a pour rôle d'échelonner la germination dans le temps (FAO, 1992).

En effet, l'intensité de la dormance varie d'un individu à l'autre même pour les semences issues d'un même arbre-mère.

L'appartenance des origines semencières Bujumbura-Mairie et Mugere à un même groupe homogène différent de celui des semences de Gitega vient encore une fois renforcer l'idée qu'elles proviendraient de deux peuplement distants d'une même aire géographique : la plaine de l'Imbo, bien distincte de la région de Gitega située sur les Plateaux Centraux. De plus, cette observation rappelle de nouveau les deux faits suivants : d'une part, les problèmes éprouvés dans la délimitation d'une provenance semencière dans une même région suite à l'impossibilité de préciser la distance à laquelle la fréquence génétique varie significativement; d'autre part, l'existence de variations génétiques importantes au sein d'une même espèce botanique quand son déplacement géographique s'accompagne du changement de climat et de sol (FAO, 1992).

4. Les performances germinatives des semences de Bujumbura-Mairie et Mugere seraient similaires et toujours supérieures à celles des graines de Gitega. Cela indiquerait encore une fois que le processus germinatif des semences de *L. leucocephala* serait l'un des phénomènes écophysiologiques fondamentaux pour cette espèce justifiant d'une part ses origines, et d'autre part son adaptabilité sur le territoire burundais (N.A.S.,1977, 1984; ISABU *et al.*, 1987).

5. Enfin, nos graines ont manifesté parallèlement très peu de détériorations semencières et un taux de conservation très élevé. Cela souligne encore une fois que nos semences étaient très viables et susceptibles de germer. Cependant, elles se sont heurtées à un très fort empêchement germinatif. Celui-ci est inhérent à ces semences et est lié au fait que leur tégument a un impact positif vis à vis du maintien de leur viabilité, mais négatif à l'égard de la reprise de la croissance embryonnaire et de la germination (KRUGMAN *et al.*, 1974).

II.6. Conclusions

1. Dans les limites des conditions expérimentales mises en jeu, la conservation à sec et à température alternante n'a pas amélioré significativement le taux de germination des semences de *L. leucocephala* des trois origines semencières étudiées.

2. Ce prétraitement a cependant augmenté de manière significative la vitesse de germination de nos semences. Son effet améliorateur se ferait sentir progressivement.

Le début de son amélioration sensible surviendrait au cours du deuxième mois. Une durée de trois mois est à considérer comme la plus efficace pour nos essais.

3. Le taux et la vitesse de germination des semences de cette espèce dépendraient étroitement de la provenance semencière.

4. Les semences de Bujumbura-Mairie et de Mugere manifesteraient des performances germinatives similaires et celles-ci seraient toujours supérieures à celles de la provenance Gitega.

CHAP.III. ACTION DE L'EAU OXYGENEE

III.1. Introduction

L'empêchement germinatif des semences de *L. leucocephala*, sans doute d'origine tégumentaire a presque tenu à l'échec les deux prétraitements à sec envisagés précédemment. Nous avons alors songé à un traitement prégerminatif par voie humide permettant de combiner les effets du ramollissement des téguments durs et le lessivage des inhibiteurs chimiques éventuellement présents dans les enveloppes séminales (COME , 1970; FAO, 1992). En effet, une immersion des semences dans le peroxyde d'hydrogène, suffisante pour dissocier les téguments sans tuer les embryons aboutirait à de bons résultas germinatifs (COME, 1970).

III.2. Protocole

Le matériel semencier utilisé provenait des récoltes de juin 1997, mars 1996 et juillet 1995, effectuées respectivement en Mairie de Bujumbura, à Mugere et à Gitega. Les essais débutés le 7 mai ont été clôturés le 14 juin 1999. Ils consistaient en une incubation à deux phases: le présemis et l'incubation proprement dite.

Le présemis désigne les prétraitements appliqués aux graines avant leur mise en incubation proprement dite. Les lots de semences ont été alors plongés dans un bain d'eau oxygénée à 1%. Puis, ils ont été placés durant un, deux, quatre, sept et dix jours dans un incubateur non éclairé et réglé à une température de 30 °C. En effet, le peroxyde d'hydrogène se dégrade à la lumière. C'est pourquoi l'essai se déroule entièrement à l'obscurité. Dans la même optique, les solutions de cette substance à utiliser ont été préalablement stockées à l'abri de tout éclairage au fur et à mesure de leur préparation, en attendant le début de l'expérience. Pour chaque provenance semencière, le lot élémentaire comptait quatre répétitions de 50 graines disposant chacune de 100 ml de solution oxygénée.

Après leur séjour dans l'eau oxygénée, les graines ont été abondamment rincées à l'eau distillée ou déminéralisée avant d'être mis en incubation proprement dite. Cette dernière revenait à transférer toutes les semences sorties de la phase précédente dans des boîtes de Pétri sur du papier-filtre imbibé d'eau distillée ou déminéralisée sans tenir compte de leur stade germinatif. Cette phase s'est déroulée également à 30 °C mais dans un incubateur éclairé. Elle a duré 21 jours pour chaque essai élémentaire. Le témoin était représenté par des graines incubées sans présemis. Les arrosages et les

comptages des germinations ont été généralement réalisés tous les deux jours.

III.3. Résultats

Le tableau 10 indique les résultats germinatifs après 21 jours d'incubation à 30 °C des graines de *L. leucocephala* prétraitées à l'eau oxygénée (1%) en fonction de la durée du trempage et de la provenance semencière.

Les tableaux 11 et 12 de leur côté illustrent l'analyse de la variance relative au taux et à la vitesse de germination des semences incubées à 30 °C pendant 21 jours après avoir subi le prétraitement à l'eau oxygénée (1%).

Dans le tableau 13 sont consignés les groupes homogènes dans lesquels appartiennent nos trois provenances semencières en fonction des moyennes générales relatives à leur taux et à leur vitesse de germination.

Quant aux figures 14 et 15, elles tracent l'évolution respectivement du pourcentage et celle de la vitesse de germination des semences incubées à 30 °C pendant 21 jours en fonction de la durée du trempage dans l'eau oxygénée (1%) et en fonction de la provenance semencière.

Figure 14: Evolution du pourcentage de germination des semences de *Leucaena leucocephala* incubées à 30 °C pendant 21 jours en fonction de la durée de trempage dans l'eau oxygénée (1%) et de la provenance semencière.

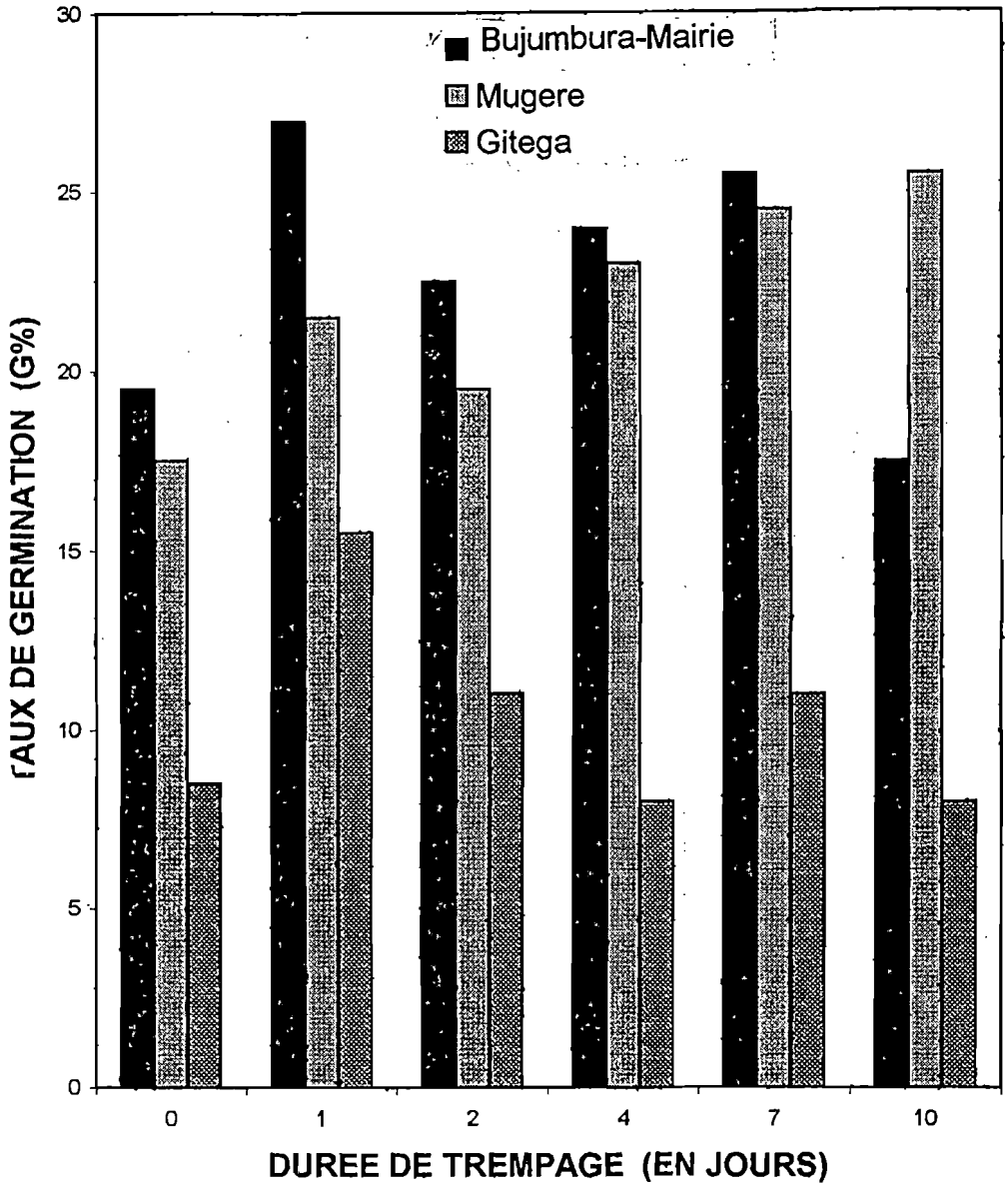
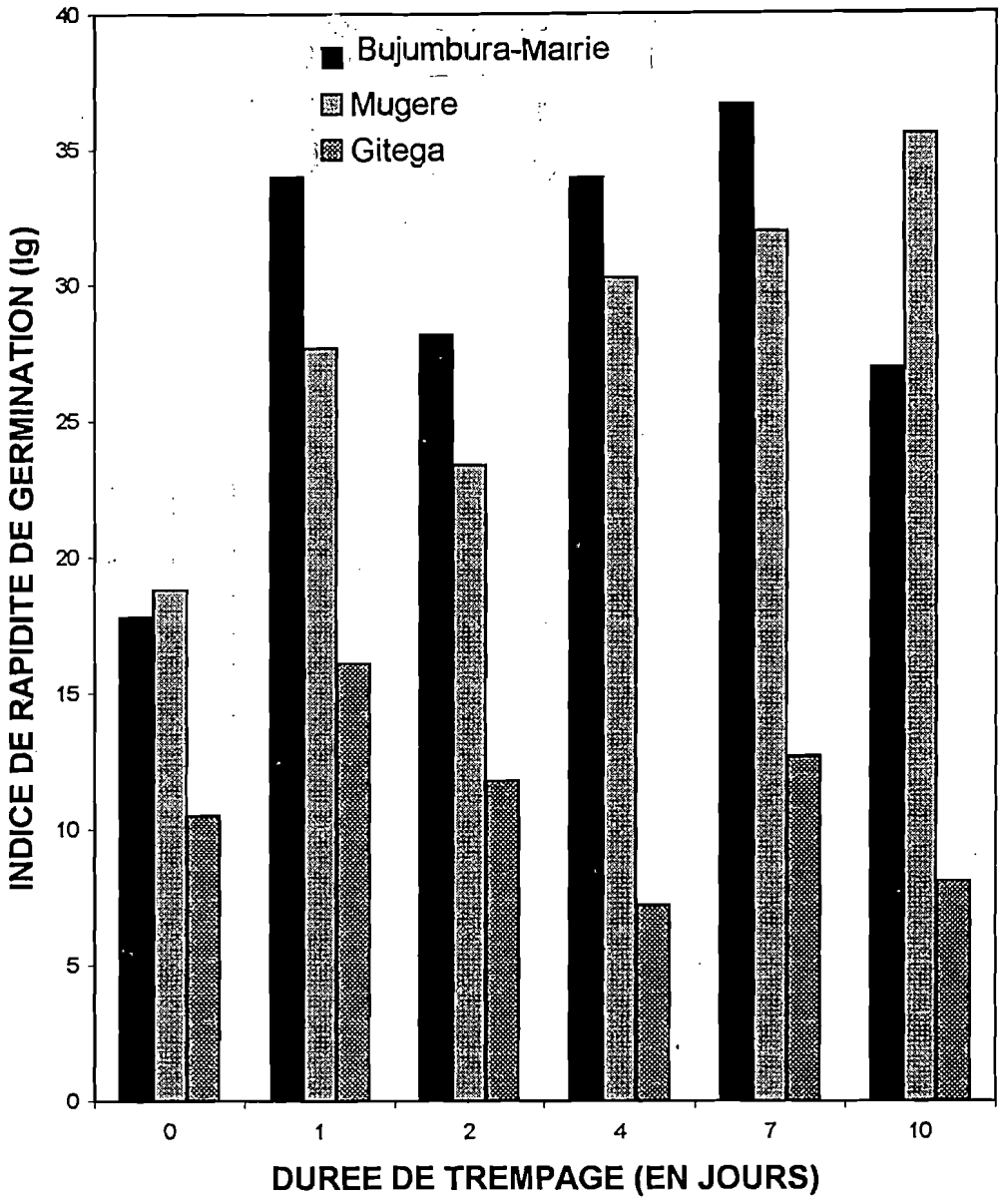


Figure 15: Evolution de la vitesse de germination des semences de *Leucaena leucocephala* incubées à 30 °C pendant 21 jours en fonction du trempage dans l'eau oxygénée (1%) et de la provenance semencière.



III.4. Commentaires

1. Le tableau 10 semble indiquer que d'une manière générale, le trempage dans l'eau oxygénée (1%) des graines de *L. leucocephala* a amélioré leurs performances germinatives. En effet, par rapport au témoin, l'immersion de ces semences dans cette substance a augmenté sensiblement leur taux et leur vitesse de germination (figures 14 et 15). Cette constatation est générale pour les trois provenances semencières par rapport à la durée de trempage d'une journée. Pour les graines originaires de Bujumbura-Mairie et Mugere, ce comportement s'observe quelle que soit la durée du prétraitement, du moins pour ce qui concerne la vitesse de germination. Pour les semences de Gitega, hormis l'immersion durant une journée qui paraît favorable, les autres durées de prétraitement semblent avoir induit plutôt une baisse des performances germinatives. Toutefois, les durées de trempage dans le peroxyde d'hydrogène les plus efficaces ou les plus néfastes sont restées difficiles à préciser.

2. L'analyse de la variance relative au taux et à la vitesse de germination a permis de réaffirmer que le processus germinatif de nos semences serait étroitement lié à leur provenance (tableaux 11 et 12). En effet, cette étude statistique a montré que la variable provenance (facteur 1) a exercé une influence très hautement significative sur les deux paramètres analysés. Le test de NEWMAN-KEULS envisageable dans ce cas a alors indiqué que les provenances semencières Bujumbura-Mairie et Mugere sont dans un même groupe homogène carrément différent de celui dans lequel appartient l'origine Gitega (tableau 13).

3. Les figures 14 et 15 indiquent que les graines de Mugere et Bujumbura-Mairie sont caractérisées par des performances germinatives supérieures à celles de la provenance Gitega.

4. Enfin nos résultats montrent que les détériorations semencières ont été d'une manière générale très faibles, avec un taux moyen dépassant légèrement 1% pour les trois provenances des semences (tableau 10). Toutefois, ce dernier a été un peu élevé chez les graines de Gitega. Parallèlement, nous avons noté un nombre très élevé de graines saines non germées en fin d'essais: le taux de conservation moyen a légèrement dépassé 81%.

III.5. Discussion

1. Nos résultats semblent indiquer que l'usage de l'eau oxygénée (1%) en guise de prétraitement des graines de *L. leucocephala* améliorerait leurs performances germinatives. Ce constat est en accord avec l'affirmation de COME (1970) selon laquelle un trempage des semences dures dans ce produit fournirait de bons résultats germinatifs. Il en est de même avec les conclusions de HENROTTE et DEVILLEZ (1976) stipulant que le péroxyde d'hydrogène stimulerait les premières étapes de la germination.

Mais d'une part, nos résultats fluctuent beaucoup et, de ce fait, ne nous permettent pas de déterminer la durée la plus efficace et celle qui serait préjudiciable globalement pour nos semences. C'est pourquoi d'ailleurs leur commentaire s'est surtout basé sur les moyennes des paramètres germinatifs habituels plutôt qu'à leur analyse de la variance. Effet, en raison de leur plus grande sensibilité à la non-normalité, les résultats relatifs aux variances sont interprétés avec plus de circonspection que ceux relatifs aux moyennes, lorsque l'hypothèse de normalité n'est pas vérifiée ou ne peut pas être convenablement contrôlée (DAGNELIE, 1986). Ces fluctuations seraient en rapport avec une variation de la concentration de la solution oxygénée suite à son altération par de brèves périodes d'éclairement malheureusement inévitables survenues au cours des manipulations. S'il en est ainsi, un remplacement de la solution oxygénée tous les deux jours comme le recommande FAO (1992) augmenterait sans doute les chances d'aboutir à des résultats plus probants.

D'autre part, ces résultats seraient tout à fait normaux. Les difficultés éprouvées pour interpréter nos données résideraient alors dans le fait que le mécanisme intime de la germination et le mode d'action précis des divers facteurs qui la contrôlent restent pratiquement inconnus (COME,1970).

2. La provenance semencière semble avoir exercé une action très hautement significative sur la germination de nos semences. Ce comportement corrobore une fois de plus l'existence des états de dormance considérablement distincts pour les semences caractérisées par une origine semencière, une latitude et une année de récolte différentes (JUSTICE, 1944; FAO, 1992;...).

En outre, Mugere et Bujumbura-Mairie forment un même groupe homogène différent de celui de Gitega. Cette observation renforce encore une fois l'idée que les variations génétiques entre les 2 populations semencières en provenance de la plaine de

l'Imbo seraient pratiquement nulles. Par contre ces différences génétiques seraient importantes entre la Plaine et les Plateaux Centraux suite aux changements du climat et du sol.

Les disparités germinatives au sein de chacune de nos provenances semencières confirment encore la réalité d'une dormance différentielle dans une même provenance ou même lot semencier, indépendamment du prétraitement. En effet, il s'est avéré par exemple que la vitesse de germination des graines même non dormantes diffère d'une espèce à l'autre et, aussi d'un individu à l'autre (FAO, 1992).

Les semences de Bujumbura-Mairie et Mugere manifestent ici aussi des performances germinatives similaires et toujours supérieures à celles des graines de Gitega. Ce comportement germinatif confirme encore que la germination des semences des diverses origines semencières de *L. leucocephala* est un phénomène naturel lié à l'écophysiologie de cette espèce.

4. Enfin, nos résultats ont montré que le taux de détérioration semencière a été généralement très faible mais un peu plus élevé pour les graines de Gitega. Encore une fois, ceci est sans doute une manifestation des différences de comportement germinatif liées à la provenance semencière.

Parallèlement, le taux de conservation généralement enregistré a été très élevé, ce qui atteste encore que nos semences étaient dotées d'une très grande viabilité. Cependant, l'empêchement germinatif dont elles souffrent ne pourrait pas être éliminé par le prétraitement à l'eau oxygénée (1%) du moins dans les conditions expérimentales utilisées. Il serait donc intéressant d'essayer d'autres concentrations de cette substance en vue d'obtenir de meilleurs résultats.

III.6. Conclusions

1. D'une manière générale, le trempage dans l'eau oxygénée (1%) des semences de *L. leucocephala* semble améliorer leurs performances germinatives.

2. Nos résultats confirment l'existence de disparités germinatives des graines de cette légumineuse liées d'une part à la provenance semencière et d' autre part à la dormance différentielle.

3. Nos observations montrent encore une fois la supériorité germinative des graines de *L. leucocephala* récoltées à Mugere et dans Bujumbura-Mairie par rapport à celles originaires de Gitega.

4. Dans les conditions expérimentales testées, le prétraitement à l'eau oxygénée (1%) n'est pas à même de lever totalement l'empêchement germinatif des semences de cette espèce.

SYNTHESE ET CONCLUSIONS GENERALES

SYNTHESE ET CONCLUSIONS GENERALES

A. Rappelons tout d'abord que ce travail s'inscrit dans le cadre des recherches actuellement menées au Burundi et à travers le monde entier sur *Leucaena leucocephala* afin de l'associer dans la résolution des problèmes de l'alimentation et de la dégradation de l'environnement. Dès lors, il s'avère crucial d'acquérir le maximum possible de connaissances sur l'écophysiologie de cette espèce en général, et sur celle de sa germination en particulier.

B. Pour ce qui nous concerne, nous nous sommes d'abord attelés à vérifier l'existence d'un empêchement germinatif chez cette légumineuse. Par la suite, nous avons mis en route des méthodes susceptibles de la supprimer. Conscients que le mécanisme intime de la germination demeure encore inconnu, nous pouvons affirmer que les résultats issus de nos essais ne sont pas exhaustifs. Toutefois, nous avons pu dégager quelques informations nouvelles et originales relatives au comportement germinatif de cette espèce. De plus, certaines de nos observations ont permis de confirmer celles déjà faites par d'autres chercheurs sur l'écophysiologie de la germination de *L. leucocephala*. Les considérations suivantes peuvent être émises à partir de nos résultats expérimentaux:

1. A propos de la nature de la dormance de nos graines et de l'écologie de leur germination, il se confirme que:

- Les semences de *L. leucocephala* non prétraitées manifestent effectivement un empêchement germinatif, sans doute d'origine tégumentaire lié à l'imperméabilité et à la résistance mécanique des enveloppes séminales.
- Le comportement germinatif des graines de cette légumineuse serait en rapport étroit avec la provenance semencière.
- Les performances germinatives des semences originaires de la plaine de l'Imbo (Bujumbura-Mairie et Mugere) seraient similaires et toujours supérieures à celles des semences provenant des Plateaux Centraux (provenance Gitega).

2. Concernant les méthodes envisagées pour lever l'obstacle germinatif de nos semences, il se dégage que:

- D'une manière générale, le trempage dans l'eau oxygénée (1%) des semences de *L. leucocephala* semble améliorer leurs performances germinatives.
- La conservation à sec et à température alternante (15~30°C) augmenterait de manière significative la vitesse de germination de nos semences. Toutefois, les résultats germinatifs obtenus dans nos conditions expérimentales sont loin d'être satisfaisants par rapport à l'idéal d'avoir des germinations rapides et totales.
- Dans les conditions expérimentales testées, la conservation à sec et à température ambiante ne semble pas améliorer la germination de nos graines.

C. Tout bien considéré, il paraît clair que notre travail n'a abordé que quelques aspects de la germination de nos semences. En effet, de l'ensemble des facteurs majeurs influençant ce phénomène, seule la température a été appréhendée encore que ce soit de façon fort limitée. En outre, du très large éventail de prétraitements susceptibles de vaincre l'empêchement germinatif de nos semences, seuls le trempage dans l'eau oxygénée et la conservation à sec ont été testés. Même pour ces derniers, seules quelques modalités expérimentales ont été essayées. En fait, il nous aurait fallu encore plus de temps, d'équipement approprié et de matériel semencier pour aborder de manière plus ou moins exhaustive ce sujet. Beaucoup d'omissions dans ce travail émanent donc de ces insuffisances.

D. Aussi, faut-il souligner qu'un long trajet reste à parcourir pour élucider le processus germinatif des graines de *L. leucocephala*. Dans ce cadre, nous proposons d'explorer les pistes suivantes:

1. Incuber des embryons nus n'ayant subi aucun prétraitement en vue de démontrer que l'empêchement germinatif de nos semences est effectivement causé par l'inhibition tégumentaire due à l'imperméabilité et à la résistance mécanique des enveloppes séminales.

2. Concernant la conservation à sec et à température alternante, il faudra :
- tester des durées supérieures à trois mois pour voir quand l'action amélioratrice de ce prétraitement sur le taux de germination accompagnerait celle déjà observée sur sa vitesse;
- essayer de brèves périodes de cette conservation situées entre un et deux mois, pour observer plus exactement à quel niveau, elle commence à hausser significativement la vitesse de germination de nos graines .

3. A propos de la conservation à sec et à température ambiante, tester une durée

de prétraitement supérieure à trois mois permettrait d'entrevoir tout au moins son effet améliorateur sur la germination, s'il existe réellement.

4. Pour l'eau oxygénée, il serait intéressant de faire des essais avec différentes concentrations en remplaçant tous les deux jours ce produit en vue de préciser le niveau exact de ce prétraitement offrant les meilleurs résultats germinatifs.

5. Enfin, il faudrait mettre en route des prétraitements plus énergiques, comme le trempage dans l'acide sulfurique concentré et la scarification mécanique, pour avoir une germination rapide et effective des semences de *L. leucocephala*.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

1. ABDEL-MAGID, H.M., ELTILIBA, M.A. et AHMED, E.C., 1986: The performance of *Leucaena leucocephala* on salt-affected soils. In HAQUE, I., JUTZI, S. et NEATE, A.J.M., 1980: Potentials of forage legumes in farming systems of Sub-saharian Africa. I.L.C.A., Addis-Abeba, pp.460-469.

2. ALDHOUS,J.R., 1972: Nursery practice. Forest comm. Bull. N° 43, London. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

3. ALVAREZ-RACELIS, E. et BAGALOYOS, A.P., 1977: Germination of *Leucaena leucocephala* seeds under varying temperatures and length of soaking in water, Sylva trop 2, pp.65-66.

4. ARTHUR,J.C.,1895: Delayed germination of cock lebul and other paired seeds. In COME, D., 1970: Les obstacles à la germination. MASSON & CIE, Ed., Paris, 162p.

5. BARNER, H., 1975a: Identification of sources for procurement of forest reproductive material. Cours de formation FAO/DANIDA sur la collecte et le traitement des graines forestières, vol.2. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome,444p.

6. BARNER, H., 1978: Implementation of resultats from provenance research. Vol.1. Proceedings of joint meeting of IUFRO working parties on genetic variation of Douglas Fir, Contorta Pine, Sitka spruce and *Abies*, Vancouver, Brit. Columbia. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

7. BENGE,M.D.,1976: BAYANI (Giant ipil-ipil, *Leucaena leucocephala*): A source of fertilizer, feed and energy for the Philippines. USAID Agriculture Development Series, Manila, 79p.

8. BENGE, M.D., 1977: Dibbling *Leucaena leucocephala* seeds: A low cost method of reforestation costal areas. Agency, pp.34-79.

9. BINDARIYE, A., 1987a: Physiologie de la germination des semences(Conditions de germination). In Rapport du séminaire national sur la production et le contrôle de la qualité des semences au Burundi, Bujumbura, mai 1987, ISABU, FAO, pp.103-116.

10. BINDARIYE, A., 1987b: Aspects écologiques de la germination des semences, Revue U.B., Série Science Exacte, n° 5, décembre 1987, pp.67-77.

11. BOEKE,J.E., OOMEN, W.W.A., SCHOOREL, A.F., BEKENDAM , J. & KOOPMAN, M.J.F., 1969: Project seed laboratory 5000. Proc. Int. Seed Test. Ass, pp.115-177. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

12. BONNER, F.T., 1974: Seeds testing. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières, Rome, 444p.

13. BONNER, F.T., 1978: Entreposage des graines de feuillus. Informations sur les ressources génétiques forestières N° 7. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

14. BONNER, F.T., 1984a: Glossary of seed germination terms for tree seed worker. USDA Forest Service. Gen. Tech. Rep. Southern Forest Experiment Station, p.9.

15. BONNER, F.T., Mc LEMORE, B.F., BARNET, J.P., 1974: Presowing treatment of seed to speed germination. In Seed of woody plants in the United States. Agriculture handbook N°450. Fr. service, USDA, Washington D.C. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

16. BRYNDUM, K., 1966: The germination of teack. Natural History Bull. Siam Society, 21, pp.75-86.

17. BÜNNING, E., 1947: Die endogene Ruhe periode der samen planta, 35, pp.352-359. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières, 444p.

18. CHAPMAN, A.G., 1936: Scarification of black locust seed to increase and hasten germination. J. For, pp.66-74.

19. CHUNTANAPARB, L., 1975: Flowering and fertilisation.
In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

20. COE, H.S., MARTIN, J.N., 1920: Sweet-clover Bull. U.S.Dept.Agri. N° 844: In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 1992, 444p.

21. COME, D., 1968b: Problèmes de terminologie posé par la germination et de ses obstacles. In COME, D., 1970: Les obstacles à la germination. MASSON & CIE, Ed. Paris, 162p.

22. COME, D., 1970: Les obstacles à la germination. MASSON & CIE, Ed. Paris, 162p.

23. CORNER, E.J.H., 1976: The seeds of dicotyledons. Cambridge Univ. Press. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

24. DAGNELIE,P., 1986: Théories et méthodes statistiques: Exercices, Paris, p.9.

25. DE LA MENSBURGE, G., 1966: La germination et les plantules des essences arborées de la forêt dense humide de la Côte d'Ivoire. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-sur-Marne. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

26. de TROYER, M.A., 1980: Recherche sur l'écologie de la levée de la dormance et de la germination de *Robinia pseudoacacia* L. Mém. Lic. Sc. Bot., U.C.L., 98p.

27. ELIASON, E.J. & HEIT, C.E., 1941: The effect of light and temperature on the dormancy of Scotch pine seed. Proc. Ass. Off Seed Anal. N. Amer. 32, pp.92-102.

28. Encyclopédie, 1974: volume 9, pp.5402-5403.

29. EVENARI, M., 1957: The physiological action and biological importance of germination inhibitors. In COME, D., 1970: Les obstacles à la germination. MASSON & CIE, Ed. Paris, 162p.

30. EVENARI, M., 1957a: Les problèmes physiologiques de la gerrnination. Bull. Soc. Franç. Phys. Végét., 3, 4, pp.107-124. In COME, D., 1970: Les obstacles à la germination. MASSON & CIE, Ed. Paris, 162p.

31. EVENARI, M., 1961: A survey of the work done in Seed physiology by the dept. of Bot. Hebrew University Jerusalem (Israel). Proc. Int. Seeds Assoc. 28, pp.597-658. In COME, D., 1970: Les obstacles à la germination. MASSON & CIE,
Ed. Paris, 162p.

32. EWART, A. J., 1908. Proceeding of the Royal Society of Victoria, Melbourne. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

33. FACAGRO, 1987: Monographie des essences. Dep. de Foresterie-Biométrie. U.B., pp.1-14.

34. FAO, 1981: La foresterie et le développement rural, 39p.

35. FAO, 1982: Conditionnement des semences des céréales et des légumineuses à graines. Rome, 1992, 173p.

36. FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

37. GILBERT, G. & LEWALLE, J., 1968: Arbres du Burundi: Clés de détermination. ISABU, pp.4-7.

38. GONZALEZ, V., 1966: Genetic and Agronomic studies on the germs *Leucaena*. BENTH., M.S., Thems department of Horticulture, University of Hawaii, 81p.

39. GOOR, A.Y. & BARNEY, C.W.; 1976. Forest tree planting in arid zones. Ronald Press, New York. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

40. GOO, M., 1948: Effect of individual seed weight and seed coat on the germination of the seed collected from the young and old mother trees in *Cryptomeria japonica* D. Don. Bull Tokyo Univ. Forests, 36, pp.1-10. In COME, D., 1970: Les obstacles à la germination. MASSON & CIE, Ed. Paris, 162p.

41. GUY, L ., 1979: Atlas du Burundi, C.N.R.S. Bordeaux.

42. HARRINGTON, G.T, 1962: The effect of temperature on the germination of several kinds of vegetable seeds. XVIth Intern. In COME, D., 1970: Les obstacles à la germination. MASSON & CIE, Ed. Paris, 162p.

43. HARUSHA, F.,1996: Contribution à l'étude de la germination de *L. leucocephala* et de *L. diversifolia*. Mém. Lic. U.B. 83p.

44. HAVARD, D., 1967: Les plantes fourragères tropicales. G. P Maisonneuve et Larose pp.155-160.

45. HEIT, C.E., 1967b. Propagation from seed. Storage methods for Conifer seeds. Am. Nurseryman. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

46. HENROTTE, J. & DEVILLEZ, F., 1976: Effet du traitement à l'eau oxygénée et la levée des plantules de Douglas. Seed Sci. Technol., U.C.L, pp.211-229.

47. ICRAF, 1987: Machakos (Kenya) Field station, Status Report. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

48. I.N.E.A.C, 1952: Flore du Congo Belge et du Rwanda- Urundi: Spermatophytes, Bruxelles, p.231.

49. ISABU/D.E.F. & FACAGRO, 1987: Séminaire d'Agroforesterie. Bujumbura, pp.190-193.

50. ISTA, 1976: Règles internationales pour les essais de semences Seed Sci & Technol, pp.609-743.

51. JACQUES, G. & BERTRAND, R.L., 1985: La guerre des semences. Librairie Arthème Fayard, Paris, pp.403-408.

52. JONES, N. & BURLEY, J., 1973: Seed certification, provenance nomenclature and genetic history. Silvae Genetica. J.D. Saurlander, Frankfurt/Main. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

53. JUSTICE, D.L., 1944: Viability and dormancy in seed of *Polygonum amphibium* L., *P. coccineum* Muhl. and *P. hydropiperoide.* In COME, D., 1970: Les obstacles à la germination. MASSON & CIE, Ed. Paris, 162p.

54. JUSTICE, D.L., 1972: Essentials of seed testing.
In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

55. KASINOV, V.B., 1959: Influence des alternances de séchage et d'humidification sur les graines de quelques plantes (en russe). In COME, D., 1970: Les obstacles à la germination. MASSON & CIE, Ed. Paris, 162p.

56. KEMP, R.H., 1975a: Seed collection: Temporary storage and transport documentation, training, safety and supervision. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

57. KOZLOWSKI,T.Y, 1971. Growth and development of tree. Academic Press, New York and London. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

58. KRUGMAN, S.L., 1974. *Pinus*. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

59. KRUGMAN *et al*, 1974: Seeds Biology. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

60. LEBRUN, N., 1956: La végétation et les territoires du Rwanda-Urundi. Les naturalistes belges, pp.229-256. In GUY, L ., 1979: Atlas du Burundi. C.N.R.S., Bordeaux.

61. LUBBOCK, J., 1892: A contribution to over knowledge of seed lings. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

62. MORANDINI, R., 1962: Le traitement des graines forestières, équipement et méthodes. I. Production, récolte et extraction des graines. Unasylva. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

63. M.P.C.P., 1987: Monographie de la province Bujumbura. Ministère de la Présidence chargé du Plan, p.6.

64. N.A.S (NIFTA), 1977: *Leucaena*: Promising forage and tree crop for the tropics. Washington D.C., 157p.

65. N.A.S (NIFTA), 1984: *Leucaena*: Promising forage and tree crop for the tropics. Second Edition, Washington D.C., 100p.

66. NG, F.S.P, 1978: Strategies establishing in Malaya forest trees. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

67. NG, F.S.P, 1980: Germination ecology of Malaysian woody plants. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

68. NIKOLAEVA, N.G., 1977: Factors controlling the seed dormancy and germination. Ed. A.A. Khan, Elsevier, Holland, pp.51-74.

69. NISA.S.H & QADIR, S.A., 1969: Seed germination of common cultivated trees shrubs and some wild grasses. Pakistan J. of Forest, Vol.19, N° 2 pp.195-220.

70. OAKES, A.J., 1968: *Leucaena leucocephala*: description, culture, utilization. Advancing Frontiers Plants Sci., 20, pp.1-104.

71. OECD, 1974: OECD scheme for the control of forest reproductive material moving in international trade. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

72. PAUNOVIC, S.A., 1962: Seed germination of deciduous fruits trees grown in Yugoslavia. In COME, D., 1970: Les obstacles à la germination. MASSON & CIE, Ed. Paris, 162p.

73. Petit Larousse, 1995: Paris, p.479.

74. ROBBINS, A.M.J & HUGHES, C.E., 1983: Provenance regions of *Pinus caribaea* et *P. oocarpa* within the Republic of Honduras. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

75. ROBERTS, E.H., 1972: Viability of seeds. Chapman and Hall. London. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

76. ROBERTS, E.H., 1973: Predicting the storage life of seeds. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

77. ROLLIN, P., 1963a: Influence de la lumière et de la température sur la germination. In COME, D., 1970: Les obstacles à la germination. MASSON & CIE, Ed. Paris, 162p.

78. SAVORY, R., BREEN, J.A & BEACE, C.I.A., 1980: Le "leucaena" comme culture fourragère dans les petites fermes de Malawi. In Le HOUERON, H.N., 1977: Les cultures fourragères ligneux en Afrique. Addis-Abeba, pp.399-402.
79. S.E.D.E.S., 1969: Enquête statistique agricole 1967 dans la région de Ngozi et Gitega. Société d'Etudes pour le Développement Economique et Social, Tome 1, Paris, pp.7-22.

80. SEEBER, G & AGPAOA, A., 1976: Forest Tree Seeds. In Manual of Reforestation and Erosion Control for the Philippines. German Agency for Technical Cooperation, Eschborn, pp.437-535.

81. SEGBE, G.Y., 1983: Le Centre Agro-sylvo-pastoral de Sotouboua. Revue D+C. n° 3, pp.27-28.

82. STEIN, W.I., 1974: Harvesting, processing and storage of fruits and seeds. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

83. THOMPSON, P.A., 1968: Germination of Caryophyllaceae at low temperature in relation to geographical distribution. In COME, D., 1970: Les obstacles à la germination. MASSON & CIE, Ed. Paris, 162p.

84. TROUPIN, G., 1968: Flore du Rwanda: Spermatophytes, Vol.1, p.377.

85. TURNBULL, J.W., 1973: Ecologie et variation de l'espèce *Eucalyptus camaldulensis.* Information sur les ressources forestières n° 2, FAO, Rome. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

86. USDA Forest Service, 1974: Seeds of woody plants in the United States. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

87. WHITE, J., 1908: The occurrence of an impermeable cuticle on the exterior of certain seeds. In COME, D., 1970: Les obstacles à la germination. MASSON & CIE, Ed. Paris, 162p.

88. WUNDER, W.G., 1966: The handling of seed in Sudan forestry. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.

89. ZUMER-LINDER, M., 1979: Environmental Word-list Swedish University of Agri. Sci. Uppsala. In FAO, 1992: Guide de manipulation des semences forestières. Rome, 444p.