

BURKINA FASO
La Patrie ou la Mort, Nous Vaincrons !

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL
(I.D.R.)

CENTRE NATIONAL
DES SEMENCES FORESTIERES
(C.N.S.F.)

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'obtention du
DIPLOME D'INGENIEUR DES TECHNIQUES DU DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION : EAUX ET FORETS

Thème :

- Etude de l'influence de la température et de la lumière sur la germination des graines de Ziziphus mauritiana et de Jatropha curcas.
- Etude des prétraitements à appliquer pour la germination des graines de Acacia senegal, Bauhinia rufescens et de Prosopis juliflora.

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
REMERCIEMENTS	
INTRODUCTION GENERALE	1
 <u>PREMIERE PARTIE : PRESENTATION DES ESPECES ETUDIEES</u>	
1.1. Acacia senegal	4
1.2. Bauhinia rufescens	4
1.3. Jatropha curcas	5
1.4. Prosopis juliflora	6
1.5. Ziziphus mauritiana	6
 <u>DEUXIEME PARTIE : CONTROLE DE LA VIABILITE DES SEMENCES :</u> <u>TEST AU TETRAZOLIUM CHLORIDE</u>	
2.1. Considérations générales	8
2.2. Matériel et méthode expérimentaux de test au Tétrazolum Chloride	9
2.2.1 Matériel	9
2.2.1.1 Matériel de laboratoire	9
2.2.1.2 Matériel végétal	9
2.2.1.2.1 Caractéristiques des semences	10
2.2.1.2.1 Echantillonnage	11
2.2.2 Méthode	12
2.3. Principe et évaluation du test	13
2.3.1 Principe	13
2.3.2 Evaluation du test	14
2.4. Résultats	14
2.5. Analyse et interprétation des résultats	16
 <u>TROISIEME PARTIE : ESSAIS COMPARATIFS DE PRETRAITEMENTS</u> <u>DES GRAINES</u>	
3.1. Contraintes à la germination	18
3.1.1 Facteurs mineurs	19
3.1.1.1 Origine géographique des semences	19
3.1.1.2 Influence de l'espèce et de la variété	19
3.1.1.3 Conditions climatiques	19

3.1.1.4.	Position des graines sur la plante mère et dans le fruit	19
3.1.1.5	Taille des semences	20
3.1.1.6	Date de récolte	20
3.1.1.7	Traitement après récolte	20
3.1.1.8	Conditions de germination	20
3.1.2	Facteurs majeurs	21
3.1.2.1	Eau	21
3.1.2.2	Oxygène	22
3.1.2.3	Température	23
3.1.2.4	Lumière	23
3.1.3	Dormance embryonnaire et inhibition tégumentaire	23
3.1.3.1	Dormance embryonnaire	23
3.1.3.2	Inhibition tégumentaire	26
3.2	Prétraitement des graines	27
3.2.1	Matériel et méthodes de prétraitement. expérimentaux	27
3.2.1.1	Matériel	27
3.2.1.2	Méthodes	28
	a - Méthodes de prétraitement.	28
	b - Méthodes de semis	30
	c - Evaluation des essais	31
3.3.	Résultats	31
3.3.1	Résultats du laboratoire	32
3.3.2	Résultats de la pépinière	35
3.4.	Analyse et discussion des résultats	38
3.4.1	Acacia senegal	38
3.4.1.1	Résultats du laboratoire	38
3.2.1.2	Résultats de la pépinière	42
3.4.1.3	Etude comparative des résultats du laboratoire et de la pépinière	44
3.4.1.4	Conclusion	46
3.4.2	Bauhinia rufescens	48
3.4.2.1	Résultats du laboratoire	48
3.4.2.2	Résultats de la pépinière	50
3.4.2.3	Comparaison des résultats (laboratoire et pépinière)	51
3.4.2.4	Conclusion	51

3.4.3	Prosopis juliflora	52
3.4.3.1	Résultats du laboratoire	52
3.4.3.2	Résultats de la pépinière	53
3.4.3.3	Comparaison des résultats (laboratoire et pépinière)	54
3.4.3.4	Conclusion	55

QUATRIEME PARTIE : INFLUENCE DE LA TEMPERATURE ET DE LA LUMIERE SUR LA GERMINATION DES GRAINES

4.1.	Considérations générales	57
4.1.1	Influence de la température sur la germination	57
4.1.2	Influence de la lumière sur la germination	57
4.1.3	Influence des variations conjointes de la température et de la lumière sur la germination	58
4.2.	Matériel et méthodes expérimentaux	58
4.2.1	Pour l'étude de l'influence de la température sur la germination	58
4.2.1.1	Matériel	58
4.2.1.2	Méthode	59
4.2.2	Pour l'étude de l'influence de la lumière sur la germination	60
4.2.2.1	Matériel	60
4.2.2.2	Méthode	61
4.2.3	Pour l'influence des variations conjointes de la température et de la lumière sur la germination	61
4.2.3.1	Matériel	61
4.2.3.2	Méthode	61
4.3.	Résultats	61
4.3.1	Résultats de l'influence de la température et de la lumière sur la germination	62
4.3.2	Résultats de l'influence des variations conjointes de la température et de la lumière sur la germination	64
4.4	Analyse des résultats	65
4.4.1	Influence de la température sur la germination	65
4.4.1.1	Jatropha curcas	65
4.4.1.2	Ziziphus mauritiana	70
4.4.2	Influence de la lumière sur la germination	73

4.4.2.1	Jatropha curcas	73
4.4.2.2	Ziziphus mauritiana	76
4.4.3	Influence des variations conjointes de la température et de la lumière sur la germination	78
	Conclusion partielle	79
-	CONCLUSION GENERALE	
-	ANNEXES	
-	BIBLIOGRAPHIE	

R E M E R C I E M E N T S

Le présent mémoire est le fruit d'un stage de six (6) mois effectué au Centre National des Semences Forestières (C.N.S.F.). Il a été réalisé grâce au concours de plusieurs personnes. Ainsi nous tenons à remercier :

- Le Camarade SESSOUMA K.Guillaume Directeur de l'I.D.R. et à travers lui tous les professeurs qui, des années durant, ont aimablement partagé leur savoir avec nous.
- Le Camarade Abdoul Salam OUEDRAOGO Directeur du C.N.S.F. pour l'aide matériel qui nous a permis de travailler dans de bonnes conditions.
- Monsieur Robert DOMINIQUE notre professeur de stage pour sa constante disponibilité à notre égard, ses précieux conseils sans oublier ses nombreux déplacements pour nous voir au C.N.S.F
- Le Camarade Laurent Magloire SOME, notre maître de stage pour sa franche collaboration et qui, par ses multiples conseils nous a beaucoup guidé dans l'élaboration de ce mémoire.
- Monsieur Hans VERWEY et Mademoiselle Anne DE FRAITURE qui n'ont ménagé aucun effort pour nous guider dans la partie statistique de ce mémoire.
- Tout le personnel du C.N.S.F. pour sa franche collaboration.
- Le personnel de MINI IMPRI, et en particulier les Camarades COMPAORE Catherine et BOUKOUNGOU Joanna, qui ont fait preuve d'un courage et d'une patience exemplaires pour sortir ce document de sa forme manuscrite.
- Enfin aux parents et amis et à tous ceux qui nous ont assisté d'une manière ou d'une autre durant ce stage, nous leur adressons notre profonde reconnaissance.

INTRODUCTION GENERALE

Au Burkina Faso, pour lutter contre la désertification, plusieurs actions ont été entreprises parmi lesquelles le reboisement occupe une place de choix. La quasi-totalité des plants utilisés à cet effet sont produits en pépinière.

La production des plants en pépinière suppose, en premier lieu, une disponibilité en semences aptes à germer. Cette faculté germinative des semences est d'une importance capitale, pour la raison fondamentale que le phénomène de germination d'après COME (1970) "exige l'absence de conditions défavorables". En effet la germination de la graine demande deux ensembles de conditions : des conditions internes, de bon état physiologique et génétique de la graine, et des conditions externes liées aux facteurs physiques du milieu environnant que sont la température, la lumière, l'oxygène etc...

C'est dans le souci de disposer en permanence, de semences ayant les qualités requises et en quantité suffisante pour les programmes de reboisement, que le Centre National des Semences Forestières (C.N.S.F.) à été créé. En effet ce centre, en même temps qu'il s'occupe de la récolte, de la conservation et de la diffusion des semences, travaille pour une meilleure efficacité des pépinières. Ainsi, les semences avant d'être mises à la disposition des structures de reboisement, subissent des contrôles relatifs à leurs qualités physiologiques et technologiques.

Pour stimuler la germination des graines, plusieurs types de pré-traitements sont utilisés, afin de déterminer les plus efficaces pour chaque espèce. De même, des essais sous conditions contrôlées (programmation des températures nocturnes et diurnes, de la lumière), ont permis de tester les conditions optimales de germination d'un certain nombre d'espèces importantes.

.../...

Le présent stage s'inscrit dans ce programme (de recherche) du C.N.S.F. qui vise une meilleure production des plants.

Notre travail va porter sur cinq espèces ligneuses : Acacia senegal, Bauhinia rufescens, Jatropha curcas, Prosopis juliflora et Ziziphus mauritiana. Trois feront l'objet d'essais comparatifs de prétraitements (Acacia senegal, Bauhinia rufescens, Prosopis juliflora) afin de déterminer pour chacune d'elles, les procédés les plus efficaces et les plus appropriés pour une germination rapide et homogène. Pour les deux autres, il sera fait une étude de la germination sous conditions contrôlées, en vue de contribuer à une meilleure connaissance de leur biologie (exigence en température et en lumière).

Ainsi le mémoire se subdivisera en quatre parties :

Une première partie consacrée à la présentation des espèces étudiées ;

Une deuxième partie relative au contrôle de viabilité de leurs semences par le test au tétrazolium chloride ;

Une troisième partie qui a trait aux essais comparatifs de prétraitements des graines ;

Une quatrième partie qui traitera de l'étude de la germination sous conditions contrôlées.

P R E M I E R E P A R T I E

P R E S E N T A T I O N D E S E S P E C E S
E T U D I E E S

I - PRESENTATION DES ESPECES ETUDIEES

Les espèces qui font l'objet de notre étude appartiennent aux familles des Mimosaceae, Caesalpinaceae, Rhamnaceae et Euphorbiaceae. Le choix de ces espèces n'est pas un fait du hasard, car elles font toutes partie de la douzaine d'espèces qui ont été choisies pour des essais de haies-vives (HIEN Fidèle et ZIGANI Goudouma, 1986). L'étude du comportement de ces espèces à travers quatre paramètres (reprise, croissance, ramification et recouvrement) a permis de sélectionner les meilleurs parmi lesquels figurent Prosopis juliflora, Bauhinia rufescens, Acacia senegal et Ziziphus mauritiana. Quant à Jatropha curcas, bien que possédant de nombreuses ramifications basses, cette espèce présente un inconvénient lié au fait qu'elle se rencontre essentiellement aux abords des cours d'eau et des bas-fonds. Cette forte exigence en eau explique les difficultés de suivie de Jatropha curcas en dehors des sols inondables.

L'importance des haies-vives comme système de protection est soulignée par l'ampleur que prennent les activités de reboisement villageois et de maraîchage, entraînant le recours au grillage ou aux clôtures en branches mortes pour leur protection. Ces derniers, de par leur coût très élevé et leur caractère temporaire, peuvent constituer difficilement à long terme, une solution au problème de protection des plantations, des jardins maraîchers et des cultures.

L'étude que nous allons mener est donc intéressante à plus d'un titre, car elle devrait apporter une modeste contribution à la connaissance de la biologie de ces espèces "protectrices" ; cela pour une meilleure réussite des reboisements et surtout des haies-vives.

Avant d'aborder l'étude proprement dite, il est nécessaire, voire indispensable de connaître certaines caractéristiques relatives aux espèces cibles. Aussi allons-nous d'abord procéder à une description essentiellement basée sur les caractéristiques morphologiques des fruits et des graines de ces différentes espèces.

.../...

1.1. Acacia senegal (L.) Willd.

- Synonymes (Von Maydell) : Acacia verrek (Guill. et Perrott) ;
Acacia rupestris (Stokes) ; Acacia trispinosa (Stokes) ; Mimosa
senegal (L.)

- Famille : Mimosaceae

Arbre communément appelé gommier, Acacia senegal demeure le principal et le meilleur producteur de gomme (20 % de celle mise sur le marché d'après Von Maydell). Comme la plupart des gommiers, c'est un petit arbre épineux dont la hauteur est généralement comprise entre 2 et 6 mètres.

Fruits et graines

La fructification a lieu de Novembre à début Février. Le fruit est une gousse aplatie, finement pubescente, de couleur jaune paille à maturité. Long de 8 à 10 cm, large d'environ 2 cm, il est porté par un pédoncule de 2 à 5 cm. Ces gousses sont très appréciées du bétail. Elles renferment 3 à 8 graines orbiculaires qui demeurent fixées à la valve durant plusieurs semaines après l'ouverture de la gousse (Décembre-Janvier) avant de tomber à terre.

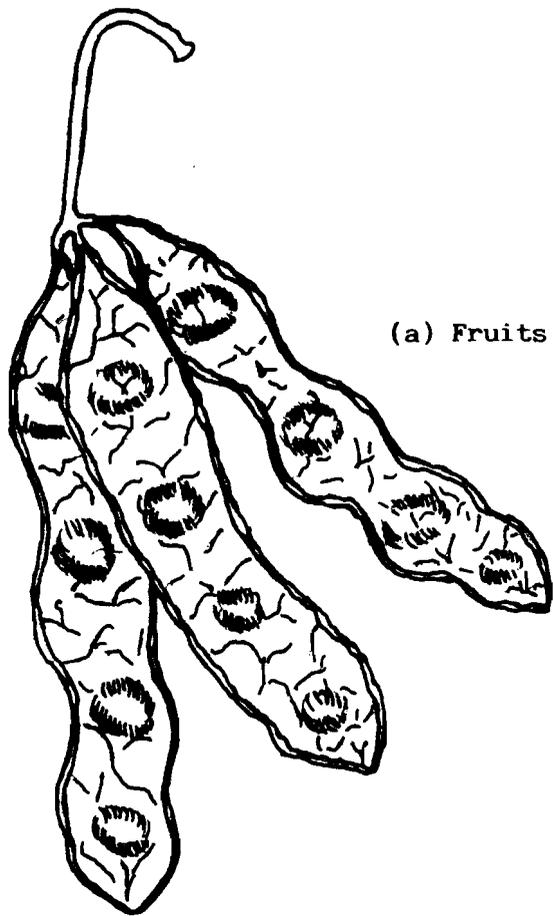
- Morphologie : graines aplaties et rondes, ayant les dimensions moyennes suivantes : 8 mm de long, 7 mm de large et 1 mm d'épaisseur. Une concavité est remarquable au milieu de la graine. Le tégument, de couleur beige-marron à brun-clair est brillant, non rayable à l'ongle et au verre, mais cassable sous la dent. On compte environ 11 200 graines/Kg (Bellefontaine, 1985).

1.2. Bauhinia rufescens (Lam.)

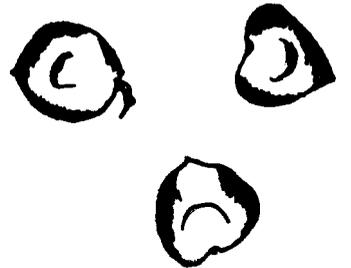
- Synonymes (Von Maydell) : Bauhinia adansonia (Guill. et Perrott) ;
Piliostigma rufescens (Lam.) Benth.

- Famille : Caesalpiniaceae.

Bauhinia rufescens est un petit arbre pouvant atteindre 8 m de haut. Ses feuilles et ses fruits constituent un fourrage de valeur.

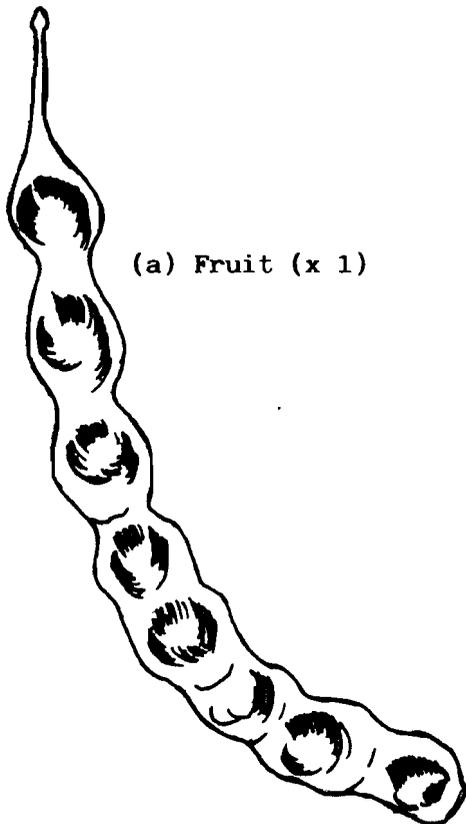


(a) Fruits (x 1)



(b) Graines (x 2)

PLANCHE I : Acacia senegal



(a) Fruit (x 1)



(b) graines (x 10)

PLANCHE II : Bauhinia rufescens

Fruits et graines

La fructification a lieu de Novembre à Avril. Les fruits sont des gousses atteignant 10 cm de longueur, minces, courbées, glabres, de couleur rouge-brun foncée ou noirâtre à maturité. Ces gousses rassemblées par paquets, sont plus ou moins étranglées entre les graines dont le nombre varie de 4 à 10. Le poids de ces graines est variable et on compte en moyenne 9 700 graines /Kg (Bellefontaine, 1985).

- Morphologie : les graines font environ 4 mm d'épaisseur, 8 mm de long et 7 mm de large. Le tégument est luisant et de couleur brune. Il est cassable sous la dent et non rayable à l'ongle.

1.3. Jatropha curcas

- Famille : Euphorbiaceae.

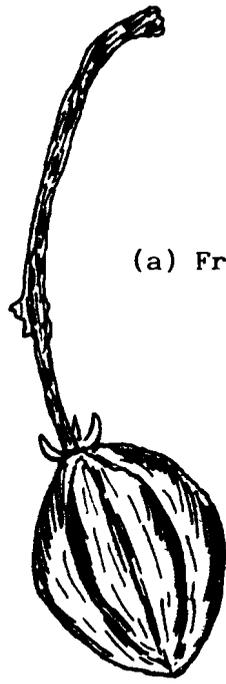
Jatropha curcas est un arbrisseau de taille comprise entre 2 et 4,5 m. Le nombre de ramifications varie entre 5 et 20, et la hauteur de la première ramification va de la base à 1 m (ZAN Tahirou, 1985).

Fruits et graines

Le fruit de Jatropha curcas est une capsule ovoïde contenant à maturité 3 graines.

- Morphologie : les graines de Jatropha curcas sont asymétriques : une face est de forme légèrement arrondie, l'autre plate. Elles font en moyenne 17 mm de long, 9 mm de large et 6 mm d'épaisseur. Leur couleur est noire, avec quelques rayures blanchâtres dues à de petites fissures sur le tégument qui de plus n'est pas très adhésif aux cotylédons. D'après Bellefontaine (1985), un kilogramme contient en moyenne 1 780 graines.

.../...

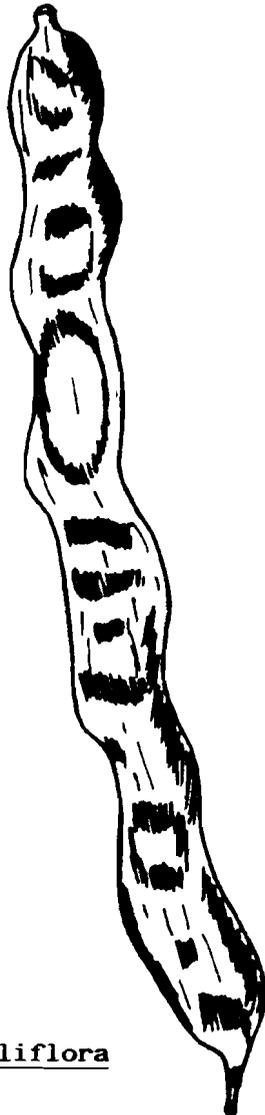


(a) Fruit (x 1)

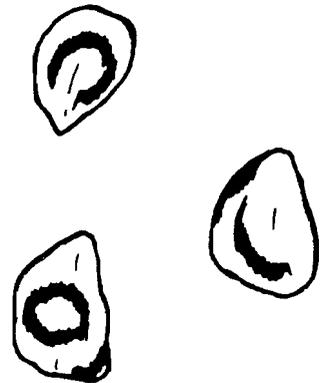


(b) Graines (x 1)

PLANCHE III : Jatropha curcas



(a) Fruit (x 1)



(b) Graines (x 10)

PLANCHE IV : Prosopis juliflora

1.4. Prosopis juliflora (SW.) DC.

- Synonyme : Mimosa juliflora (Swartz).
- Famille : Mimosaceae.

Prosopis juliflora est un arbre qui peut atteindre 15 m de hauteur. Il faut noter cependant qu'il peut présenter aussi un aspect buissonnant.

Fruits et graines

La fructification de Prosopis juliflora a lieu de Février à Mars. Les fruits ressemblent à des haricots sauvages de 10 à 20 cm de long. Ils ont une couleur jaune et contiennent 10 à 20 graines dures.

- Morphologie : la forme des graines est ovale et elles font environ 6 mm de long, 4 mm de large et 2 mm d'épaisseur. Leur couleur est brun verdâtre, avec un tégument moyennement brillant. Elles se cassent difficilement sous la dent et sont non rayables à l'ongle et au verre. Les graines d'après Von Maydell (1983), peuvent conserver leur viabilité sur deux ans et plus. On compte environ 31 250 graines/Kg (Bellefontaine, 1985).

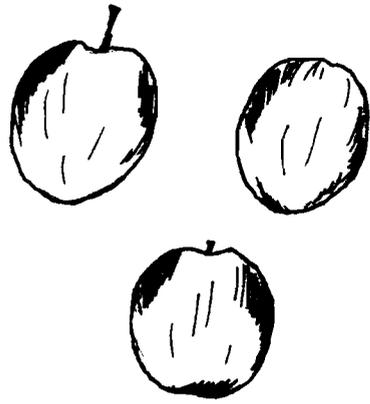
1.5. Ziziphus mauritiana

- Synonymes (Von Maydell) : Ziziphus jujuba (L.)
Ziziphus orthocantha (DC)
- Famille : Rhamnaceae

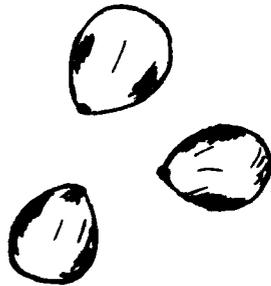
Fruits, noyaux et graines

La fructification commence dès la quatrième année. Elle a lieu d'Octobre à Janvier. Le fruit est une drupe d'environ 1 cm de diamètre, ronde, de couleur rouge-brun avec un noyau très dur présentant des circonvolutions et assez grand. Le noyau est recouvert d'une pulpe comestible de couleur jaunâtre qui sert d'aliment pour l'homme et le bétail.

Remarque : Compte tenu du fait que l'endocarpe des noyaux est très coriace (ce qui pouvait porter préjudice à la germination des graines), ces noyaux ont été concassés pour en extraire les graines qui sont généralement au nombre de deux par noyau.



(a) Fruits (x 3)



(b) Graines (x 4)

PLANCHE V : Ziziphus mauritiana

- Morphologie : les graines obtenues par concassage des noyaux font en moyenne 6 mm de long, 5 mm de large et 2 mm d'épaisseur. Chaque graine est recouverte d'un tégument moyennement brillant et de couleur rougeâtre. Ces graines sont assez fragiles et peuvent être brisées entre les doigts.

DEUXIEME PARTIE

CONTROLE DE LA
VIABILITE DES SEMENCES

II - CONTROLE DE LA VIABILITE DES SEMENCES : TEST AU TETRAZOLIUM CHLORIDE

Lorsqu'un échantillon de semences (auquel on a appliqué un prétraitement approprié pour la levée de la dormance) est mis dans des conditions favorables de germination, on constate parfois que certaines semences ne germent pas. Ces semences qui ne germent pas ont totalement perdu leur pouvoir de germination. Elles sont dites non viables. L'objet de la présente étude est l'identification directe des semences viables des non viables.

2.1. Considérations générales

D'une manière générale, on considère comme viable, "une semence qui germe dans des conditions favorables, éventuellement après suppression de la dormance" (FAO, 1985).

Certains auteurs définissent encore la viabilité d'une semence comme étant sa capacité de survivre et de poursuivre son développement dans des conditions appropriées.

Toutes les techniques qui concourent à la détermination de la viabilité des semences peuvent être classées en deux groupes : la méthode directe et les méthodes indirectes.

. La méthode directe qui est d'ailleurs la plus connue est tout simplement un essai de germination. L'inconvénient majeur de cette méthode est que l'essai peut s'étaler sur plus d'un mois, surtout lorsqu'il s'agit d'espèces à graines dormantes.

. Les méthodes indirectes.

C'est dans le souci de gagner du temps qu'elles furent mises au point. En effet, les méthodes indirectes ont pour principaux objectifs :

- La détermination rapide de la viabilité des semences d'espèces qui normalement germent lentement et présentent un phénomène de dormance avec le test de germination.

- La détermination de lots de semences qui à l'issue de l'essai de germination présentent un fort pourcentage de graines fraîches non germées ou dures.

Parmi les méthodes indirectes d'essai de viabilité, on peut citer entre autres :

* Essai sur embryons extraits : c'est une méthode très délicate compte tenu du fait qu'il faut extraire les embryons sans les endommager. Ensuite placés dans des conditions favorables, les embryons viables se distinguent des non par leur croissance.

* Examen par coupe : méthode rudimentaire et imprécise, elle demande de la part de l'expérimentateur, une parfaite connaissance de la structure des graines.

* Examen aux rayons X : cet examen qui n'altère pas les semences soumises à l'essai, a un inconvénient majeur lié à son coût très élevé.

* Essais biochimiques : le test au Tétrazolium chlorure que nous allons effectuer se classe dans cette catégorie d'essais. Parmi toutes les techniques sus-citées, il s'avère être la méthode la plus utilisée car la plus rapide.

2.2. Matériel et méthode expérimentaux du test au tétrazolium chlorure

2.2.1 Matériel

2.2.1.1. Matériel de laboratoire

- Une loupe binoculaire
- Boîtes de pétri - papier filtre
- Pincettes - scalpel - aiguilles - bechers
- Erlenmeyer - solution de tétrazolium chlorure
- Pipette, forceps - pissette.

2.2.1.2. Matériel végétal

Il se compose des semences des cinq espèces déjà présentées dans la première partie et qui sont : Acacia senegal, Bauhinia rufescens, Jatropha curcas, Prosopis juliflora et Ziziphus mauritiana.

2.2.1.2.1. Caractéristiques des semences

Les caractéristiques des différents échantillons de semences qui ont servi à nos essais sont les suivantes par espèce :

. Acacia senegal

- Provenance : Boukouma, n°lot C.N.S.F. : 718
- Date de récolte : 23 Décembre 1986
- Conditions de conservation : dans des sachets plastiques et des bocaux hermétiquement fermés et conservés dans une chambre froide, à une température comprise entre 3 et 4°C.
- Teneur moyenne en eau : 5,58 %

. Bauhinia rufescens

- Provenance : Siou (SAFANE), n° lot C.N.S.F. : 370
- Date de récolte : 8 Mars 1985
- Conditions de conservation : les mêmes que celles de l'espèce précédente.
- Teneur moyenne en eau : 7,51 %

. Jatropha curcas

- Provenance : Tikonti (Fada), n° lot C.N.S.F. : 699
- Date de récolte : 26 Novembre 1986
- Conditions de conservation : dans des sachets et des tonnelets hermétiquement fermés et conservés en chambre froide.
- Teneur moyenne en eau : 5,72 %

. Prosopis juliflora

- Provenance : Projet FED Markoye, n° lot C.N.S.F. : 787
- Date de récolte : 5 Mars 1987
- Conditions de conservation : les mêmes que celles des espèces sus-citées.
- Teneur moyenne en eau : 3,13 %

. Ziziphus mauritiana

- Provenance : Lery (Sourou), n° lot C.N.S.F. : 579
- Date de récolte : 18 Février 1986
- Conditions de conservation : identiques à celles des autres espèces
- Teneur moyenne en eau : 6,20 %.

2.2.1.2.2. Echantillonnage

Pour obtenir les quantités de semences destinées à nos différentes expérimentations, plusieurs étapes furent nécessaires.

a) Echantillon élémentaire

Un même lot de semences est souvent conservé dans plusieurs emballages (sachets, tonnelets, bocaux, sacs ...). Dans le cas de plusieurs sachets par exemple, nous faisons des prélèvements dans chaque sachet et à la main. Chacune de ces poignées de semences constitue un échantillon élémentaire.

b) Echantillon global

L'échantillon global est tout simplement la mise en commun et le mélange de tous les échantillons élémentaires d'un même lot de semences.

c) Echantillon à soumettre

Il résulte de la réduction de l'échantillon global (qui est généralement trop grand) à une quantité voisine de celle désirée pour les différents essais.

d) Echantillon d'analyse

Il existe plusieurs méthodes permettant de passer de l'échantillon à soumettre à l'échantillon d'analyse. Au C.N.S.F. la méthode que nous avons utilisée est celle du "diviseur à riffle" qui, par des divisions successives, permet d'obtenir les quantités désirées. C'est après obtention de l'échantillon d'analyse que nous prélevons pour chaque espèce, 100 graines pour le test au tétrazolium chloride.

Le tableau I indique les caractéristiques et les quantités de semences prélevées par espèce pour tous les essais. Tenant compte des éventuelles pertes (erreurs de manipulation au moment des prétraitements), ces quantités sont supérieures à celles nettes nécessaires aux essais.

TABLEAU I : CARACTERISTIQUES ET QUANTITES DE SEMENCES PRELEVEES/ESPECE

ESPECES	N° LOT C.N.S.F.	PROVENANCE (LIEU DE RECOLTE)	DATE DE RECOLTE	POIDS DES 100 GRAINES (g)	QUANTITE PRELEVEE (EN g)
Acacia senegal	718	Boukouma	23/12/86	7,3	420
Bauhinia rufescens	370	Siou	15/12/85	9,4	570
Jatropha curcas	699	Tikonti (Fada)	26/11/86	75,7	5 670
Prosopis juliflora	787	Markoye	5/03/87	2,9	150
Ziziphus mauritiana	579	Lery (Sourou)	18/02/86	2,6	108

2.2.2 Méthode

L'ordre chronologique des différentes opérations du test au tétrazolium chloride est le suivant :

- Dans un premier temps nous procédons à la scarification des graines tout en évitant d'endommager le germe. Notons que pour Jatropha curcas dont les téguments sont facilement détachables des cotylédons, nous procédons à une dénudation des graines.
- Les graines ainsi scarifiées subissent un trempage dans l'eau de robinet pendant 24 heures au moins. Cela permet l'hydratation complète des tissus des semences, et de ce fait facilite l'extraction des téguments.

.../...

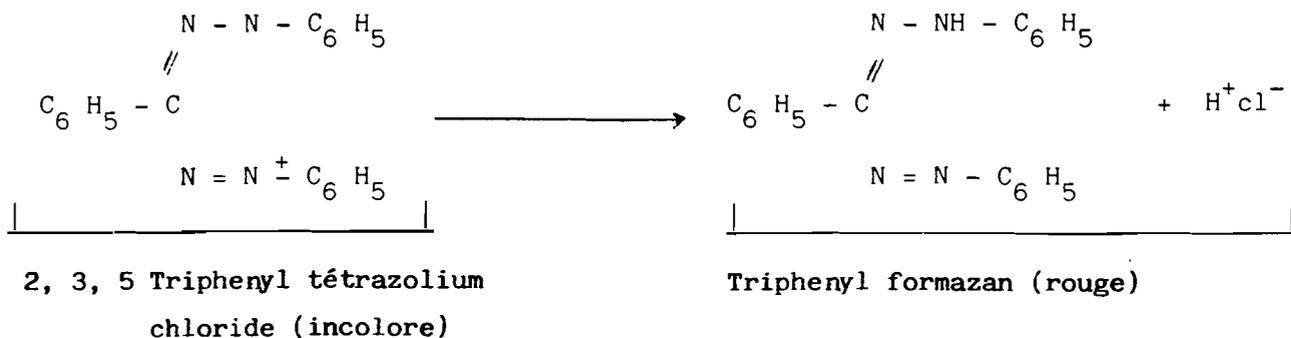
- Suppression soigneuse des téguments. C'est une opération dont la délicatesse réside dans le fait qu'il faut éviter de blesser les cotylédons ou de les séparer.
- Les graines dénudées, rincées à l'eau distillée, sont complètement immergées dans la solution de tétrazolium chloride, à une température moyenne de 32° C. Le temps de trempage varie en fonction des espèces (cf. Tableau II), de même que le volume de solution par graines. La concentration utilisée est de 1 %. Elles'obtient en diluant 5 g de sel de tétrazolium chloride dans 500 ml d'eau. Cette concentration a été choisie parce qu'elle permet d'obtenir une coloration intense et rapide des semences.

2.3. Principe et évaluation du test

2.3.1. Principe

Le test au tétrazolium chloride a été initié en Allemagne vers 1940 par le professeur Georges LAKON. Son principe est basé sur la différence de taux de respiration entre les tissus vivants et les tissus morts. Ce taux de respiration est indiqué par l'activité des enzymes déshydrogénases. En effet ces derniers, par leur haut pouvoir réducteur, permettent de réduire le tétrazolium chloride (incolore) en formazan rouge par libération d'ions H⁺.

L'équation de la réaction (d'après L.O. COPELAND, 1976) est la suivante :



.../...

Avant la réaction, toutes les semences sont non colorées.

Mais lorsque la réaction se produit, les semences ou parties de semences vivantes se distinguent des parties mortes par leur coloration. Les parties vivantes sont colorées en rouge, tandis que celles mortes sont non colorées.

2.3.2. Evaluation du test

Pour apprécier le test au tétrazolium chlorure nous commençons d'abord par trier et à compter les semences intégralement non colorées. Puis des observations à l'oeil nu ou à la loupe sont faites sur chaque graine colorée après séparation de ses cotylédons. Cela nous permet d'apprécier l'état de l'embryon, l'importance des parties colorées de la semence par rapport à celles qui ne le sont pas. Les différentes formes de coloration sont indiquées par une planche en annexe I

Les semences considérées comme viables sont celles qui présentent les caractéristiques suivantes :

- Des structures embryonnaires bien formées, intactes et entièrement colorées en rouge.
- De petites tâches de nécrose ou d'incoloration sur la moitié supérieure des cotylédons du côté opposé à la radicule.
- De petites tâches de nécrose sur les cotylédons dans les régions autres qu'à la jonction de l'axe embryonnaire.

Les semences considérées comme non viables ont pour caractéristiques:

- Semence ou embryon non coloré
- Plus de la pointe de la radicule incolore
- Profonde nécrose au niveau du rattachement de l'axe embryonnaire ou de la radicule
- Coloration anormale sur toute la graine
- Radicule fracturée, graines immatures.

2.4. Résultats

Le tableau des résultats comporte les pourcentages des graines viables, des graines non viables ainsi que le temps mis pour une coloration suffisante des semences de chaque espèce .

TABLEAU II : RESULTATS DU TEST AU TETRAZOLIUM CHLORIDE

ESPECES		A.s.	B.r.	J.c.	P.j.	Z.m.
APPRECIATION						
V	Embryon entièrement coloré	85	88	94	97	88
	Embryon présentant des parties non colorées sur la ½ des cotylédons à l'opposé de la radicule	3	2	0	0	2
	Petites tâches de nécrose sur les cotylédons dans les régions autres qu'à la jonction de l'axe embryonnaire	7	0	1	0	0
POURCENTAGES		95	90	95	97	90
N.V.	Semence ou embryon non coloré	1	6	0	2	5
	Plus de la ½ de l'extrémité de la radicule incolore	0	0	1	0	3
	Plus de la moitié des cotylédons non colorée	1	2	1	0	0
	Mauvaise coloration, graines immatures, attaques d'insectes, fractures	3	2	3	1	2
POURCENTAGES		5	10	5	3	10
TEMPS UTILE POUR UNE BONNE COLORATION		2 ^h 20	2 ^h 00	1 ^h 45	1 ^h 30	1 ^h 25

N.B. : A.s. = Acacia senegal
 B.r. = Bauhinia rufescens
 J,c. = Jatropha curcas
 P.j. = Prosopis juliflora
 Z.m. = Ziziphus mauritiana

V. = Viables

N.V. = Non Viables

2.5. Analyse et interprétation des résultats

Les cotylédons contiennent des substances nutritives indispensables à la vie de l'embryon qui est l'élément essentiel de la semence. Lorsqu'ils sont bien colorés, la semence est saine et viable. Est généralement viable, toute semence dont les cotylédons présentent lors de l'évaluation du test, de petites tâches d'incoloration, dans des régions autres qu'à la jonction de l'axe embryonnaire (partie vitale pour la survie de la future plantule). En effet dans ce cas, l'embryon dispose encore de substances nutritives suffisantes, rendant ainsi la semence viable ; contrairement à celle dont la quasi-totalité des cotylédons est incolore (preuve d'un manque de vitalité pour la survie de la future plantule) et qui est non viable.

Tout embryon incolore est non viable et cela se traduit par la mort des tissus cotylédonnaires généralement non colorés également.

La mauvaise coloration de certaines semences s'explique par une altération de ces dernières. Par exemple pour les semences de Jatropha curcas qui contiennent des substances huileuses, nous avons remarqué après extraction des cotylédons, que quelques unes présentaient un aspect luisant et une couleur grisâtre, traduisant ainsi une exudation de l'huile. De telles semences sont non viables.

Les graines immatures parfois rencontrées, n'ont pas atteint leur maturité morphologique au moment de la récolte. L'embryon immature qui en résulte ne peut donner naissance à une plante, ces semences sont également non viables.

Le tableau II indique les taux de viabilité suivants :

- 95 % pour Acacia senegal ;
- 90 % pour Bauhinia rufescens ;
- 95 % pour Jatropha curcas .
- 97 % pour Prosopis juliflora ;
- et 90 % pour Ziziphus mauritiana.

.../...

Acacia senegal, Jatropha curcas et Ziziphus mauritiana sont toutes des espèces récoltées en 1986. Des essais de germination réalisés dans la même année (après des traitements de levée de dormance) avaient donné respectivement pour les trois espèces : 98 %, 97 % et 94 % de taux de germination. Au vu de ces résultats, il apparaît clairement que ces trois espèces maintiennent assez bien leur viabilité sur une année. Cette conservation du pouvoir germinatif peut s'expliquer par la structure de ces semences (téguments assez coriaces) qui est favorable à la conservation. C'est probablement pour cette même raison que les semences de Bauhinia rufescens, récoltées en 1985, présentent deux ans plus tard un taux de viabilité élevé (90 %). Quant aux semences de Prosopis juliflora qui détiennent le taux de viabilité le plus élevé (97 %), elles ont été récoltées le 5/3/87 alors que le stage avait déjà commencé. Ce fort taux témoigne donc de l'opportunité de la récolte, qui doit toujours se faire après que les graines aient atteint une bonne maturité morphologique.

Le temps nécessaire pour une bonne coloration des semences varie d'une espèce à l'autre. Cela est dû à la différence de taille et de structure des semences d'autant plus que les conditions du milieu sont identiques. Ainsi, la répartition topographique du tétrazolium dans une semence à structure consistante (Bauhinia rufescens), met plus de temps que dans le cas d'une semence aux tissus moins résistants (Ziziphus mauritiana).

Les différents taux de viabilité indiqués dans le tableau II se rapprochent des capacités de germination obtenues (dans la 3^e partie) après les traitements de levée de dormance les plus efficaces ; avec toutefois une légère tendance à la hausse pour les capacités de germination. Cette légère différence s'explique essentiellement par les difficultés liées à l'appréciation du test qui nécessite un expérimentateur averti. Par exemple, une semence viable peut être considérée comme non viable par erreur d'appréciation.

En conclusion, le test au tétrazolium chloride nous a permis de nous rendre compte que les semences, lorsqu'elles ont atteint une bonne maturité morphologique et conservées dans de bonnes conditions (humidité relative requise), peuvent maintenir pendant longtemps leur viabilité.

DES GRAINES
ESSAIS COMPARATIFS DE PRETRAITEMENTS
TROISIEME PARTIE

III./ ESSAIS COMPARATIFS DE PRETRAITEMENTS DES GRAINES

3.1. Contraintes à la germination

A la fin du siècle dernier, le problème de la germination s'est posé aux physiologistes des semences. Ainsi NOBBE et HÄNLEIN (Nobbe 1870 ; Nobbe et Hänlein 1880) ne s'expliquent pas l'absence de germination lorsque les semences ont des enveloppes perméables à l'eau. De même, KIENITZ (1880) et WINKLER (1883) constatent que la germination de certaines semences (Frère, Pin,...) est très étalée dans le temps.

La question était donc de savoir si l'absence de germination incombe à l'embryon ou aux enveloppes des semences. La première hypothèse, émise par WIESNER (1897) et KUNTZE (1901) après avoir constaté de nombreux cas de germination différée, fut de tenir l'embryon pour responsable. Mais cette idée fut très vite rejetée par certains auteurs. En effet, dès 1906, CROCKER imputait l'absence de germination des semences aux enveloppes plutôt qu'à l'embryon.

Les travaux sur les semences du xanthium pensylvanicum (composée) furent déterminants pour confirmer l'idée que les téguments, bien que perméables à l'eau et pas suffisamment à l'oxygène, étaient responsables de l'absence de germination ou d'une certaine latence de celle-ci.

En travaillant sur les semences de laitue "Grand rapids", POLJAKOFF, MAYBER, EVENARI et NEUMANN (1958), découvrirent que la photosensibilité était également liée aux enveloppes. Ainsi petit à petit, on découvrait le rôle que jouent les téguments dans le processus de la germination. C'est alors qu'on envisagea des procédés (scarification mécanique, chimique, stratification) pour stimuler la germination.

X De nos jours, on sait que la germination est un phénomène complexe dans lequel interviennent de multiples facteurs avant ou après la récolte, et qui modifient le comportement des semences au germe. Certains de ces facteurs peuvent être facilement analysés ; c'est le cas général des facteurs externes tels l'eau, l'oxygène etc... . D'autres sont difficiles voire impossibles à contrôler. Ce sont les facteurs internes propres à l'espèce.

Quelque soit leur origine, on peut classer les facteurs de germination selon l'importance que revêt leur action en deux catégories : les facteurs mineurs et les facteurs majeurs.

3.1.1. Facteurs mineurs

Ces facteurs mineurs de la germination interviennent avant ou après la récolte des graines. Ce sont :

- Origine géographique des semences
- Influence de l'espèce et de la variété
- Conditions climatiques
- Position des graines sur la plante mère et dans le fruit
- Taille des semences
- Traitement après récolte
- Conditions de germination.

3.1.1.1. Origine géographique des semences

Selon les conditions climatiques de leur région d'origine, les semences présentent pour une même méthode de post-maturation, des facultés de germination différentes. C'est une des raisons qui justifient l'attention apportée au choix des provenances.

3.1.1.2. Influence de l'espèce et de la variété

Les travaux de certains auteurs ont révélé que l'espèce et la variété peuvent jouer un rôle dans la germination. Ainsi dans le genre QUERCUS (KORSTIAN, 1927), l'aptitude à la germination est fonction de l'espèce, tandis que des différences significatives de germination existent entre des variétés de plantes potagères (TARFASON et NONNECKE, 1961).

3.1.1.3. Conditions climatiques

La germination peut être ralentie ou même empêchée par des facteurs climatiques tels l'humidité relative de l'air, la température et la lumière (COME, 1970).

3.1.1.4. Position des graines sur la plante mère et dans le fruit

Selon PAUNOVIE (1962), chez certaines espèces fruitières, ce sont les graines des fruits développés au sommet de l'arbre qui germent le mieux. L'influence de la position de la graine dans le fruit a été mise en évidence par TOOLE, BAILY et TOOLE (1964). Ces auteurs ont constaté que lorsque le fruit d'Arachis hypogea renferme deux graines, la graine basale est toujours plus dormante que celle apicale.

3.1.1.5. Taille des semences

La taille des graines a une influence sur leur aptitude à germer. Ainsi chez le Pommier et le Poivrier (SCHANDER, 1952), ce sont les graines les plus lourdes qui germent le mieux, alors que les akènes de Cnicus benedictus les plus lourdes manifestent le plus tardivement leur aptitude à la germination.

3.1.1.6. Date de récolte

L'état physiologique des semences au moment de leur récolte peut compromettre leur faculté germinative. Ainsi la récolte ne doit avoir lieu que lorsque les graines sont bien mûres, d'autant plus que l'aptitude à la germination est souvent liée à l'état de maturité de l'embryon.

3.1.1.7. Traitement après récolte

Généralement, les semences après leur récolte, sont exposées au soleil avant d'être conservées au froid. Ce procédé permet de réduire sans pour autant l'annuler, la période de post-maturation nécessaire à la germination. Par contre cette germination devient pratiquement impossible si pendant ou après le traitement de post - maturation au froid, on effectue de brèves périodes de séchage (CROCKER et Barton, 1931).

3.1.1.8. Conditions de germination

Pour que les résultats des essais de germination soient significatifs, ces essais doivent être réalisés dans des conditions aussi identiques que possible, donc rigoureusement contrôlées (COME, 1970). Cette rigueur est d'autant plus importante que des facteurs moins évidents que la température, l'éclairage ou la nature du milieu de culture (épaisseur du papier filtre utilisé, son degré d'imbibition, la densité des semences par boîte de Petri, le PH...) peuvent avoir une influence non négligeable : Par exemple, la stérilisation des semences, souhaitable pour mener certaines expériences, peut modifier leur capacité de germination.

Les facteurs susceptibles de modifier le comportement des semences au germe sont donc extrêmement divers ; certains sont inconnus, surtout si l'on considère la germination des semences dans les conditions naturelles. C'est pour cette raison qu'il est indispensable de faire les essais en plusieurs répétitions (quatre dans notre cas), afin d'atténuer l'influence de ces facteurs responsables de l'hétérogénéité de lots de semences d'une même récolte ou de plusieurs récoltes.

3.1.2. Facteurs majeurs

Les facteurs majeurs de la germination interviennent au moment même de la germination.

3.1.2.1. Eau

Les graines et les akènes, lors de leur maturité morphologique, ne renferment généralement pas plus de 5 à 20 % d'eau. Lorsqu'ils sont exposés au soleil, ils se dessèchent davantage, or une graine ne peut germer dans cet état : il faut d'abord qu'elle s'imbibe. L'imbibition des graines se fait par contact avec de l'eau et comporte trois phases que résume la figure suivante.

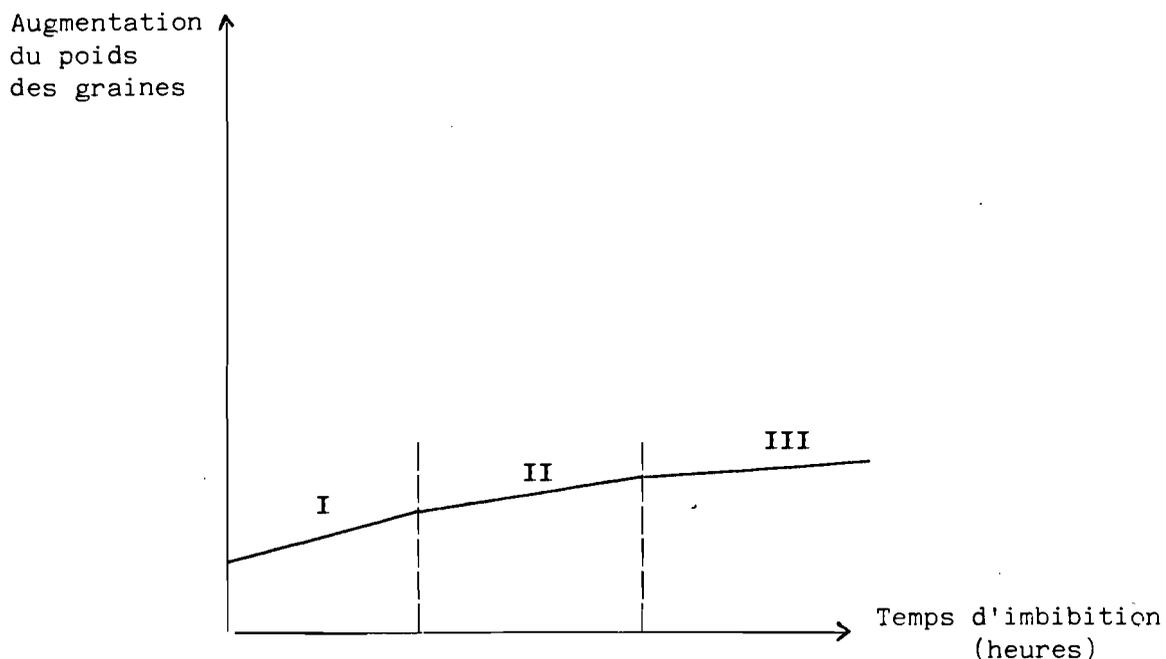


Figure 1 : Représentation schématique des trois phases de l'imbibition des semences.

- La phase I correspond à une entrée libre de l'eau à travers les pores des téguments perméables jusqu'à une imbibition des cellules de l'embryon. Ce phénomène de capillarité est indépendant de la température.

- La phase II correspond à un appel d'eau par pression osmotique et c'est le début des phénomènes physiologiques de l'imbibition. Il y a dilatation des vacuoles et du volume des semences. On assiste également à l'hydrolyse puis au transfert des différents éléments nutritifs vers les divers organes de l'embryon. Tous ces changements aboutissent à la stimulation de la croissance de la racicule qui marque la fin de la phase II.

- La phase III de l'imbibition correspond au début de l'allongement de la radicule. La pénétration plus lente de l'eau dans la graine sert à hydrolyser de nouvelles substances nécessaires à la croissance de la plantule (COME,1970). Les deux dernières phases (II et III) sont principalement influencées par la température.

3.1.2.2. Oxygène

Les réactions métaboliques essentielles amorcées avec la respiration de la graine imbibée nécessitent de l'oxygène. Au niveau des semences, on distingue deux types de téguments vis à vis de l'oxygène : les téguments perméables et les téguments imperméables. En ce qui concerne les téguments perméables à l'oxygène, on distingue également deux types : ceux contenant des substances phénoliques, et ceux qui n'en contiennent pas. Le mécanisme d'absorption de l'oxygène par ces deux types de téguments est représenté par la figure (2) :

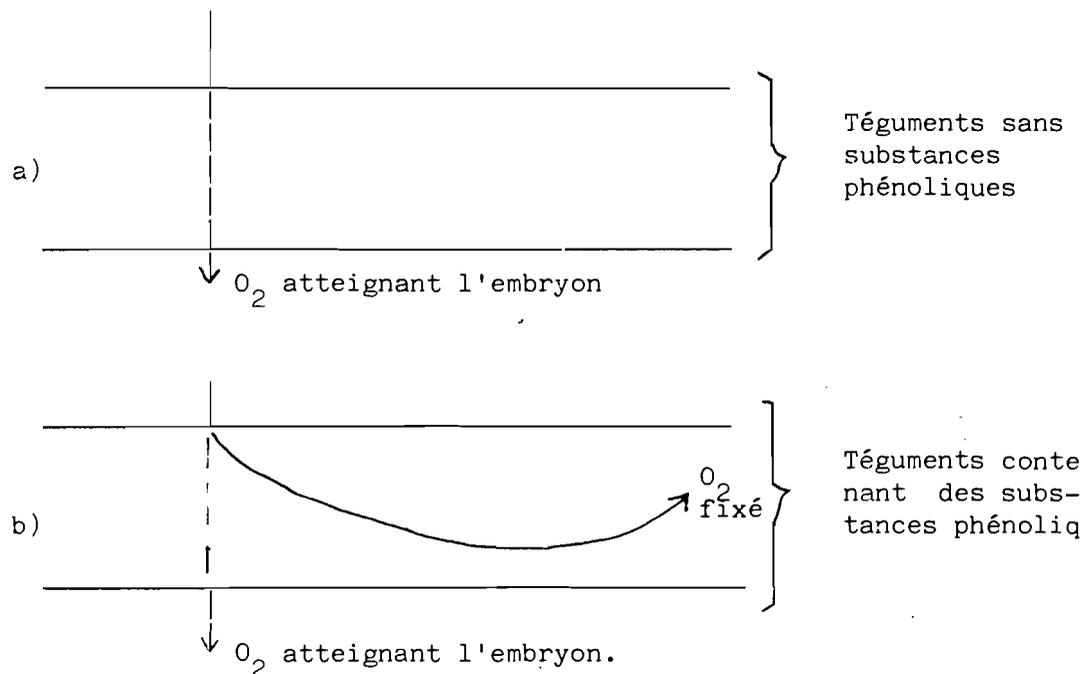


Figure 2 : Représentation schématique du chemin suivi par l'oxygène :
a) dans les téguments ne contenant pas de substances phénoliques
b) dans ceux qui en contiennent

(D'après COME, 1970)

- Lorsque les enveloppes ne contiennent pas de substances phénoliques (cas de a /), l'oxygène traverse facilement et atteint l'embryon. La germination se produit sans difficulté.

.../...

- Quand les enveloppes contiennent des substances phénoliques, celles-ci captent une partie de l'oxygène dissous et la germination est plus ou moins inhibée par insuffisance d'oxygène au niveau de l'embryon.

3.1.2.3. Température

Selon Copeland (1976), la germination est un "phénomène complexe comportant plusieurs réactions et plusieurs phases". Chacune de ces phases serait affectée par la température qui fournit également l'énergie nécessaire aux réactions.

D'après Vergis (1963), le taux de germination des semences varie souvent avec la température à laquelle elles sont mises à germer et le temps qui sépare leur récolte leur ensemencement. Le mode d'action de la température n'est pas parfaitement connu de nos jours. Elle intervient soit au niveau de l'embryon pour lever sa dormance soit au niveau des enveloppes pour éliminer ou créer une inhibition tégumentaire.

3.1.2.4. La Lumière (lumière blanche)

L'influence de la lumière sur la germination a été mise en évidence en exposant les semences de multiples espèces à la lumière blanche (D. Come, 1970). Puis l'analyse du comportement de ces semences a permis de les classer en trois catégories :

1° semences à photosensibilité positive : Leur germination est rendue possible par la lumière blanche.

2° semences à photosensibilité négative : Ce sont celles qui ne germent pas à la lumière mais plutôt à l'obscurité.

3° semences à photosensibilité neutre : C'est généralement le cas des espèces cultivées (céréales, légumineuses). Elles germent aussi bien à la lumière qu'à l'obscurité.

3.1.3. Dormance embryonnaire et inhibition tégumentaire

3.1.3.1. Dormance embryonnaire

Lorsque les semences de certaines espèces sont mises dans des conditions favorables à leur germination, on constate qu'elles ne germent pas. Cependant quand on leur applique un prétraitement approprié (scarification par exemple), la germination se produit. De telles semences sont dites en état de dormance.

La dormance peut être définie comme étant l'incapacité d'une semence viable à germer, lorsque les conditions du milieu sont favorables à sa germination. BUNNING (1947) distingue deux types de dormances : les dormances dues aux facteurs externes tels que la lumière, la température ou l'eau, et les dormances endogènes conditionnées par la constitution interne de la semence. Toutefois, les influences de ces deux types de facteurs peuvent dépendre l'une de l'autre et sont parfois difficilement séparables.

Certains auteurs (EVENARI, 1961 ; COME, 1967) préfèrent n'attribuer le terme de "dormance" ou "dormance réelle" qu'à l'élément actif de la semence, c'est à dire à l'embryon. De ce point de vue, la dormance est propre à l'embryon et subsiste lorsqu'on enlève les enveloppes de la semence. Dans le cas de cette dormance réelle ou dormance embryonnaire, on distingue : la dormance primaire et la dormance secondaire.

- La dormance primaire : Elle peut apparaître avant ou pendant la maturation morphologique de la semence . La post - maturation qui correspond à la maturation physiologique de la semence, permet à celle - ci d'acquérir l'aptitude à la germination.

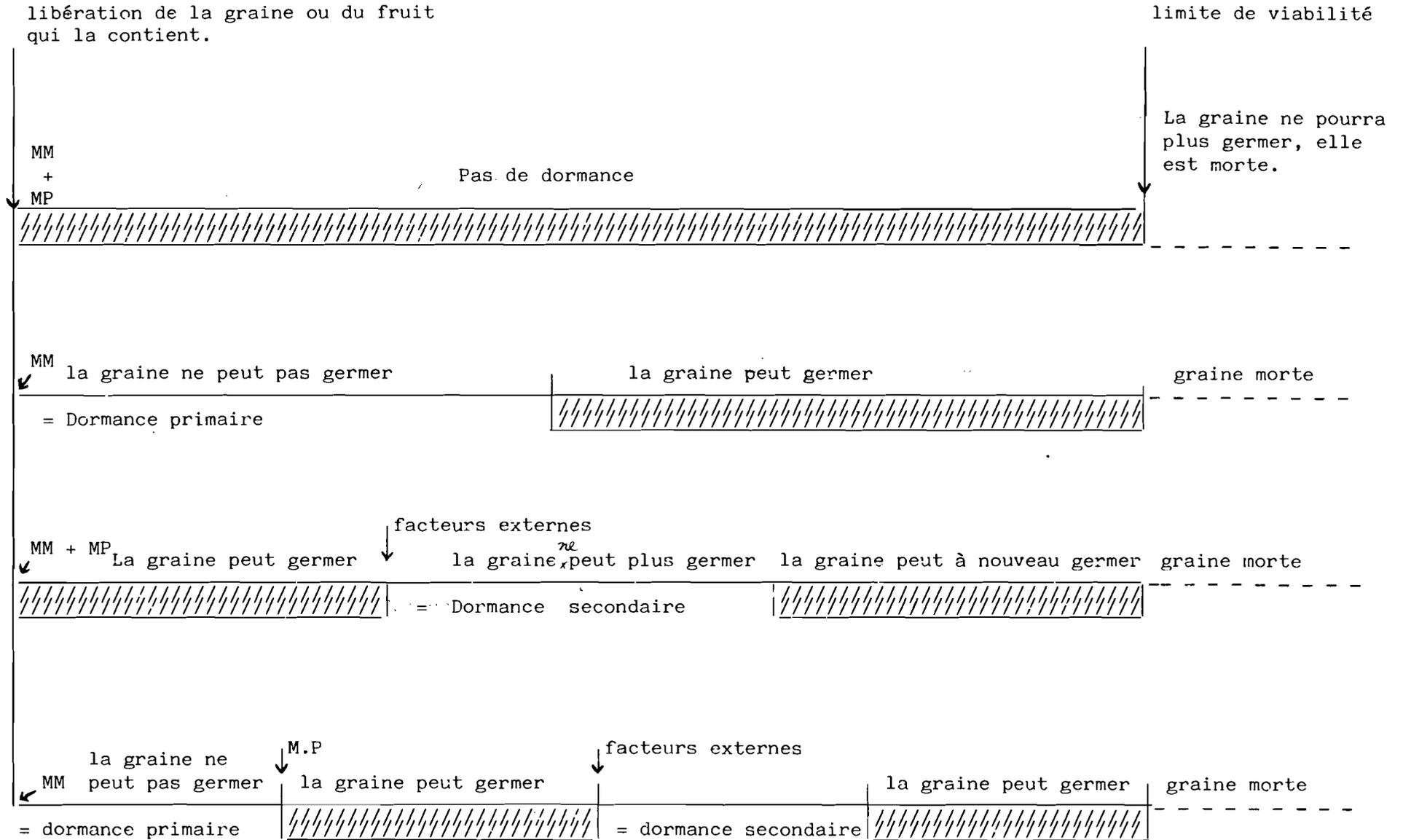


Figure 3 : Schéma présentant différentes situations :
absence de dormance, dormance primaire,
dormance secondaire

N B : MM = Maturation Morphologique
MP = Maturation Physiologique

- La dormance secondaire ou dormance induite

Dans ce cas, la dormance se manifeste après que la semence ait été (mise à) imbibée. Elle est alors causée par certains agents externes tels que la température ou l'éclairement. Notons que dans certains cas, une même semence peut présenter les deux types de dormances au cours de sa période de viabilité (cf. figure 3).

La dormance embryonnaire est souvent attribuée à des substances inhibitrices (blastokolines) contenues dans les tissus extérieurs à l'embryon.

3.1.3.2. Inhibition tégumentaire

Toute semence non dormante (dormance embryonnaire) qui ne germe pas lorsque les conditions du milieu sont favorables est inhibée, et l'inhibition est dite tégumentaire lorsque celle-ci relève des téguments. Toutefois, la distinction entre dormance embryonnaire et inhibition tégumentaire est parfois difficile, du fait que l'embryon ne peut pas toujours être facilement dénudé surtout lorsqu'il s'agit de petites semences.

L'inhibition tégumentaire peut être due à une imperméabilité à l'eau ou à l'oxygène ; à des substances inhibitrices (phénols, aldéhydes...) ; à une résistance des téguments à l'expansion de l'embryon.

En conclusion, ce que nous pouvons retenir c'est que les premiers auteurs, en cherchant à comprendre pourquoi les semences ne germent pas immédiatement lorsqu'elles sont mises dans les conditions favorables, pourquoi celles qui germent ne le font pas en même temps..., découvrirent que les semences sont des organes vivants qui exigent certaines conditions pour germer.

En effet, en plus des facteurs externes tels l'eau, la température, l'oxygène, la lumière, la semence pour germer a besoin que certains facteurs qui lui sont propres (dormance et inhibition) disparaissent.

Bien que les causes des phénomènes de dormance embryonnaire et d'inhibition tégumentaire ne soient pas parfaitement connues de nos jours compte-tenu de leur complexité, il existe cependant de nombreux moyens permettant de les lever. Ces moyens, variables selon les espèces, les types et les degrés de dormance et d'inhibition, sont connus sous le nom de PRETRAITEMENTS.

3.2. Prétraitements des graines

Les essais de prétraitements visent à trouver les procédés les plus efficaces et les moins onéreux pour lever la dormance des graines. D'une façon générale, les traitements varient selon l'origine de l'absence de germination. Ainsi dans notre cas, il s'agit de tester différentes méthodes en vigueur au C.N.S.F pour lever la dormance des graines de trois espèces.

Les essais ont été menés aussi bien au laboratoire qu'en pépinière. L'intérêt de cette étude comparative est qu'elle devrait permettre de rechercher les raisons des écarts, afin de corriger certaines erreurs relatives au mode de semis, à la confection des substrats..., et aboutir à la mise au point de techniques de pépinière fiables.

3.2.1. Matériel et méthodes de prétraitements expérimentaux

3.2.1.1. Matériel

a) Matériel végétal

Il comprend les semences des trois espèces soumises aux essais de prétraitements, afin de déterminer les procédés les plus efficaces et les moins onéreux pour lever leur dormance. Ce sont :

- Acacia senegal
- Bauhinia rufescens
- Prosopis juliflora

b) Matériel de laboratoire

Au laboratoire, le semis a lieu dans des boîtes de germination ayant 17,5 cm de long, 11 cm de large et 5 cm de hauteur. Ces boîtes contiennent le substrat qui est du sable fin tamisé.

Quand au matériel technique nécessaire aux prétraitements à proprement parler, il se compose de la manière suivante :

- Des bocaux pour les prétraitements qui nécessitent un trempage dans l'eau.
- Une plaque chauffante pour l'ébouillantage et la cuisson.
- L'acide sulfurique à 90 %
- Une tige en bois pour remuer le mélange graines-acide.
- Un coupe - ongles pour la scarification.

.../...

C/ Matériel de pépinière

Il comprend : - deux planches de germination compartimentées (chaque planche est divisée en 54 compartiments de dimensions sensiblement égales à celles des boîtes de germination).

- Un substrat qui se compose de :
3/5 volume de terre + 1/5 volume de sable + 1/5 volume de compost
- Une ombrière.

3.2.1.2. Méthodes

a) Méthodes de prétraitements

Au C.N.S.F ; il existe plusieurs méthodes de prétraitement des graines. Chacune de nos 3 espèces a été soumise à ces différentes méthodes formant au total 14 prétraitements différents, afin de déterminer les prétraitements les plus efficaces par espèce.

- Prétraitement néant

Dans ce cas, les graines sont semées directement, sans aucun traitement préalable.

- Les méthodes physiques

Les méthodes physiques de prétraitements que nous avons utilisées sont :

. La scarification

Pour ce prétraitement, nous avons à l'aide d'un coupe-ongles entamé les téguments des semences tout en évitant de blesser le germe. Aussi, ces "petites blessures" se font - elles sur le côté opposé au germe.

. Le trempage dans l'eau

Les graines à traiter sont tout simplement immergées dans de l'eau de robinet pendant un certain temps (24^H, 48^H...)

. L'ébouillantage

Pour ce prétraitement, nous portons de l'eau à ébullition. Puis la source de chaleur (plaque chauffante) étant coupée, nous renversons immédiatement cette eau chaude sur les graines contenues dans un bocal que nous refermons hermétiquement. Les graines restent ainsi trempées pendant 24 heures.

.../...

. La cuisson

Comme pour l'ébouillantage, l'eau est portée à ébullition. Les graines sont ensuite renversées dans cette eau bouillante, puis selon le prétraitement voulu, on attend 1,5 ou 10 minutes avant de couper la source de chaleur. Le mélange graines - eau bouillante est renversé dans un bocal et le trempage dure également 24 heures.

. Les méthodes chimiques

Les méthodes chimiques utilisées pour lever la dormance font surtout appel aux oxydants. L'oxydant utilisé est l'acide sulfurique (H_2SO_4 à 90 %) qui a la propriété de perméabiliser les téguments de la graine en les attaquant.

L'opération de prétraitement se déroule de la manière suivante :

- Nous versons dans un verre ou un bocal, une quantité d'acide juste suffisante pour humecter les graines à traiter.

- Puis les graines sont ajoutées à l'acide.

- A l'aide d'un bâton, nous remuons de manière régulière et homogène pendant la durée indiquée.

- Nous faisons ensuite couler de l'eau de robinet goutte à goutte dans le récipient tout en continuant de remuer.

Le contact de l'eau avec l'acide produit l'échauffement.

- Les graines sont ensuite lavées trois fois pour faire partir l'acide, et laissées dans de l'eau propre pendant 24 heures afin de permettre leur gonflement.

TABLEAU III : Liste des prétraitements utilisés

DESIGNATION DU PRETRAITEMENT	SYMBOLES
Traitement témoin ou prétraitement néant	O
Trempage dans l'eau pendant X heures	TE X h
Ebouillantage suivi d'un trempage dans l'eau pendant X heures	Eb + TE X h
Cuisson des graines dans l'eau maintenue à ébullition pendant X minutes suivie d'un trempage dans l'eau pendant 24 heures	C X mn + TE 24 H
Traitement des graines à l'acide sulfurique pendant X minutes, échauffement, lavage abondant (trois fois), trempage dans l'eau pendant 24 heures	TA X mn + Ec + L 3 X + TE 24 H
Scarification	S

NB : Pour le trempage dans l'eau et le trempage après l'ébouillantage, X = 24,48 heures
 . Pour la cuisson X = 1,5,10 minutes
 . Pour le traitement acide X = 1,5,10,30,60 minutes.

b) méthodes de semis

b₁ au laboratoire

Au laboratoire, le semis a lieu dans des boîtes de germination de 17,5 cm de long et 5,5 cm de hauteur. Ces boîtes sont préalablement lavées, rincées puis mises à sécher. Après cette opération de nettoyage, nous versons dans chacune d'elle 80 CC d'eau distillée. Puis nous ajoutons à cette eau du sable fin bien tamisé, en agitant la boîte afin qu'il s'étale bien au fond en se mélangeant à l'eau. Ensuite, une seconde couche de sable est étalée sur la première : elle sert de lit de semences. Le semis est fait de manière ordonnée dans de petits trous équidistants obtenus à l'aide d'une planche à clous. Les graines sont recouvertes par du sable sur une épaisseur de 1 à 2 cm selon leur taille. Après arrosage à l'eau distillée, à l'aide d'une pissette, un couvercle est placé sur chaque boîte.

Ainsi, pour chaque espèce et pour chaque prétraitement, on a 4 répétitions (ou boîtes) de 50 graines que nous disposons sur les tables de germination. Ces boîtes sont identifiables par des numéros inscrits au feutre-marqueur. La germination se déroule dans les conditions de température et de lumière (diffuse) du laboratoire.

b₂ En pépinière

En pépinière, le semis a lieu en planche de germination. Cette planche est compartimentée et le substrat est composé de terre, de sable et de compost selon les proportions respectives 3/5, 1/5 et 1/5.

Une fois remplis, les compartiments de la planche sont arrosés matin et soir 48 heures avant le semis. Cela afin de permettre au substrat de se mouiller suffisamment. Puis les graines prétraitées sont déposées et recouvertes par le substrat à raison de 50 graines par compartiment. Nous disposons également de 4 répétitions par prétraitement et par espèce. L'arrosage qui a lieu le matin et le soir, se fait à l'aide d'un pulvérisateur, ce qui évite le déterrement des graines. Une ombrière a été installée pour protéger les semis contre les brûlures du soleil.

c/ Evaluation des essais

Que ce soit au laboratoire ou en pépinière, le suivi de la germination a duré 28 jours et a principalement consisté :

- au dénombrement des graines germées tous les deux jours à partir du jour de semis ; les plantules comptées sont éliminées pour éviter de les comptabiliser plusieurs fois.

- a l'arrosage du substrat lorsque le besoin se faisait sentir.

3.3. Résultats

Pour la présentation des résultats, les 14 prétraitements utilisés dans le cadre de nos essais ont été codifiés de T₀ à T₁₃. Cette codification se présente de la manière suivante :

T₀ = 0
T₁ = TE 24 H
T₂ = TE 48 H
T₃ = Eb + TE 24 H
T₄ = Eb + TE 48 H
T₅ = C₁ mn + TE 24 H
T₆ = C₅ mn + TE 24 H
T₇ = C₁₀ mn + TE 24 H
T₈ = TA 1 mn + Ec + L 3 X + TE 24 H
T₉ = TA 5 mn + Ec + L3 X + TE 24 H
T₁₀ = TA 10 mn + Ec + + L 3 X + TE 24 H

.../...

$$T_{11} = TA\ 30\ mn + Ec + L3\ X + TE\ 24\ H$$

$$T_{12} = TA\ 60\ mn + Ec + L3\ X + TE\ 24\ H$$

$$T_{13} = S$$

Dans les tableaux, chaque chiffre indique la moyenne arithmétique des quatre répétitions, ramenée à 100. En outre les résultats sont présentés avec la vitesse de germination qui se définit comme étant le temps nécessaire pour atteindre (au moins) 50 % de la capacité de germination. Par exemple dans le tableaux 6 ce pourcentage a été atteint pour T_0 au bout du 8^e jour.

3.3.1. Résultats du laboratoire

TABLEAU V : Pourcentages de germination par prétraitement
Espèce : Acacia senegal

Nbresde jours après semis	PRETRAITEMENTS														
	To	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	
2	3	18	32	30	39	30	39	35	68	94	62	11	0	8	
4	26	37	49	46	57	49	49	47	79	96	67	11	0	9	
6	46	58	60	57	68	64	57	57	84	96	69	12	0	9	
8	65	69	68	62	75	73	60	62	89	97	69	12	0	9	
10	72	73	73	69	82	78	66	66	91	97	69	12	0	9	
12	80	77	76	78	85	83	71	67	91	97	69	12	0	9	
14	83	81	78	79	86	87	73	67	91	97	69	12	0	9	
16	86	85	79	84	88	89	75	67	91	97	69	12	0	9	
18	87	86	80	86	89	90	75	68	91	97	69	12	0	9	
20	91	89	81	87	90	90	76	68	91	97	69	12	0	9	
22	91	91	82	87	90	90	76	68	91	97	69	12	0	9	
24	91	92	82	87	90	90	76	68	91	97	69	12	0	9	
26	92	92	83	87	90	90	76	68	91	97	69	12	0	9	
28	92	92	84	87	90	90	76	68	91	97	69	12	0	9	

TABLEAU 6 : Vitesses de germination par prétraitement : Acacia senega

Prétraitements	To	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
Temps mis pour obtenir 50 % de germination	8 ^e	6 ^e	6 ^e	6 ^e	4 ^e	6 ^e	6 ^e	6 ^e	2 ^e	2 ^e	2 ^e	-	-	2

TABLEAU 7 : *Bauhinia rufescens*
Pourcentages de germination par prétraitement

Nbre de jours après semis	PRETRAITEMENTS													
	To	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
2	0	3	4	3	7	0	0	0	24	84	85	87	78	8
4	2	5	5	8	17	1	0	0	33	89	87	88	85	8
6	4	5	6	22	41	3	0	0	38	89	89	88	85	8
8	5	9	7	61	62	5	0	0	47	89	89	88	85	8
10	9	13	11	75	70	6	0	0	58	89	89	88	85	8
12	14	22	16	79	74	6	0	0	61	89	89	88	85	8
14	23	26	22	80	76	6	0	0	64	89	89	88	85	8
16	29	34	25	80	77	6	0	0	65	89	89	88	85	8
18	36	42	29	81	78	6	0	0	66	89	89	88	85	8
20	39	43	30	81	78	6	0	0	66	89	89	88	85	8
22	40	47	34	81	78	6	0	0	68	89	89	88	85	8
24	44	50	35	81	78	6	0	0	69	89	89	88	85	8
26	44	52	38	81	78	6	0	0	69	89	89	88	85	8
28	48	52	41	81	78	6	0	0	69	89	89	88	85	8

TABLEAU 8 : *Bauhinia rufescens*
Vitesses de germination par prétraitement

Prétraitements	To	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
Temps mis pour obtenir 50 % de germination	-	24 ^e	-	8 ^e	8 ^e	-	-	-	10 ^e	2 ^e	2 ^e	2 ^e	2 ^e	2 ^e

TABLEAU 9 : *Prosopis juliflora* : Pourcentages de germination par prétraitement

Nbresde jours après semis	PRETRAITEMENTS													
	To	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
2	5	3	2	5	3	6	4	7	94	92	86	58	7	93
4	17	9	8	17	24	21	21	29	96	94	88	63	8	93
6	24	15	15	27	34	32	37	39	96	94	88	66	8	93
8	32	26	28	42	51	51	60	60	96	94	88	66	8	93
10	43	39	39	64	73	70	77	76	96	94	88	66	8	93
12	44	41	44	67	77	74	79	77	96	94	88	66	8	93
14	47	46	47	75	84	82	86	83	96	94	88	66	8	93
16	50	50	53	81	88	85	87	85	96	94	88	66	8	93
18	51	55	54	84	91	87	87	86	96	94	88	66	8	93
20	52	58	54	86	93	89	87	87	96	94	88	66	8	93
22	52	59	54	87	93	90	88	88	96	94	88	66	8	93
24	54	60	56	87	95	90	88	90	96	94	88	66	8	93
26	54	61	56	87	95	90	88	90	96	94	88	66	8	93
28	54	61	56	87	95	90	88	90	96	94	88	66	8	93

TABLEAU 10 : *Prosopis juliflora* : Vitesses de germination par prétraitement

Prétraitements	To	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
Temps mis pour obtenir 50 % de germination	16 ^e	16 ^e	16 ^e	10 ^e	8 ^e	8 ^e	8 ^e	8 ^e	2 ^e	2 ^e	2 ^e	2 ^e	-	2 ^e

3.3.2. Résultats de la pépinière

TABLEAU 11 : Acacia senegal : Pourcentages de germination par prétraitement

Nbresde jours après semis	PRETRAITEMENTS													
	To	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
2	0	12	21	7	1	2	1	6	41	25	27	4	0	0
4	12	52	43	53	18	26	38	45	86	79	70	16	0	95
6	20	63	56	63	57	52	47	59	86	81	70	16	0	95
8	43	71	63	69	69	60	52	64	86	81	70	16	0	96
10	54	78	65	73	70	63	55	69	86	81	70	16	0	96
12	66	84	66	75	70	75	56	70	86	81	70	16	0	96
14	71	87	72	77	80	75	57	70	87	82	70	16	0	96
16	78	89	73	78	81	75	57	71	87	82	70	16	0	96
18	79	90	74	78	81	75	62	71	87	82	70	16	0	96
20	80	91	75	78	81	76	62	71	87	82	70	16	0	96
22	80	91	76	78	81	76	62	71	87	82	70	16	0	96
24	80	91	76	78	81	76	62	71	87	82	70	16	0	96
26	83	91	76	78	81	77	62	71	87	82	70	16	0	96
28	85	91	76	78	81	77	62	71	87	82	70	16	0	96

TABLEAU 12 : Vitesses de germination par prétraitement (Acacia senegal)

Prétraitements	To	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
Temps mis pour obtenir 50 % de germination	10 ^e	4 ^e	6 ^e	4 ^e	6 ^e	6 ^e	8 ^e	6 ^e	4 ^e	4 ^e	4 ^e	-	-	4

TABLEAU 13 : *Bauhinia rufescens* : Pourcentages de germination par prétraitement

Nbresde jours après semis	PRETRAITEMENTS													
	To	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	3	3	2	5	24	0	0	0	46	69	68	65	61	
8	4	3	2	20	47	0	0	0	57	79	73	77	64	
10	5	5	5	41	61	0	0	0	59	80	76	80	66	
12	6	8	15	62	73	0	0	0	60	82	76	80	66	
14	8	17	21	71	77	0	0	0	62	82	77	81	67	
16	16	27	33	74	78	0	0	0	62	82	77	81	67	
18	17	31	34	75	78	0	0	0	63	82	77	81	67	
20	19	32	37	75	78	0	0	0	63	82	77	81	67	
22	22	35	37	75	78	0	0	0	63	82	77	81	67	
24	23	36	37	75	78	0	0	0	63	82	77	81	67	
26	23	37	38	75	78	0	0	0	63	82	77	81	67	
28	23	37	38	75	78	0	0	0	63	82	77	81	67	

TABLEAU 14 : *Bauhinia rufescens* : Vitesses de germination par prétraitement

Prétraitements	To	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T
Temps mis pour obtenir 50 % de germination	-	-	-	12 ^e	10 ^e	-	-	-	8 ^e	6 ^e	6 ^e	6 ^e	6 ^e	6 ^e

TABLEAU 15 : *Prosopis juliflora* Pourcentages de germination par prétraitement

Nbresde jours après semis	PRETRAITEMENTS													
	To	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
2	2	1	4	2	7	4	1	10	35	51	71,5	45	0	0
4	11	6	10	12	19	16	23	31	89	88	76	48	0	9
6	18	13	17	19	31	23	44	55	91	88	76	48	0	9
8	26	20	32	38	45	44	71	73	91	88	76	48	0	9
10	30	27	39	58	67	59	83	73	91	88	76	48	0	9
12	38	34	43	63	77	66	90	79	91	88	76	48	0	9
14	42	39	47	70	81	72	90	80	91	88	76	48	0	9
16	43	44	50	80	86	77	92	82	91	88	76	48	0	9
18	46	49	56	82	89	82	92	84	91	88	76	48	0	9
20	48	53	56	84	89	85	92	85	91	88	76	48	0	9
22	50	55	56	84	90	85	92	85	91	88	76	48	0	9
24	51	56	60	84	90	85	93	85	91	88	76	48	0	9
26	52	56	61	85	90	85	93	85	91	88	76	48	0	9
28	52	56	61	85	90	85	93	85	91	88	76	48	0	9

TABLEAU 16 : *Prosopis juliflora* : Vitesses de germination par prétraitement

Prétraitements	To	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
Temps mis pour obtenir 50 % de germination	22 ^e	20 ^e	16 ^e	10 ^e	10 ^e	10 ^e	8 ^e	6 ^e	4 ^e	2 ^e	2 ^e	-	-	4

3.4. Analyse et discussion des résultats

3.4.1. ACACIA SENEGAL

En regardant les résultats de Acacia senegal (figures 4 et 5), force est de constater que des différences existent entre les prétraitements, aussi bien au niveau de la vitesse de germination que des pourcentages de germination. Ainsi, pour les résultats du laboratoire on obtient par exemple 92 % de germination en 26 jours pour T_0 et T_1 , 96 % en 4 jours pour T_9 et T_{13} . Tous les autres prétraitements ont des pourcentages de germination inférieurs à celui de T_0 qui est le traitement témoin (cf. figure 4).

Pour savoir si ces différences sont significatives ou non, nous allons effectuer le test du X^2 (chiII) Ce test va porter (aussi bien pour les résultats du laboratoire que de la pépinière) :

- Sur les résultats finaux (obtenus en 28 jours)
- Sur les résultats obtenus 4 jours après le semis (car on constate qu'à ce délai, la germination est terminée pour certains prétraitements.

Le test sera également utilisé pour comparer l'ensemble des prétraitements au laboratoire et en pépinière.

3.4.1.1. Résultats du laboratoire

Pour une meilleure précision, le test du X^2 est effectué à partir des nombres de graines germées par répétition et par prétraitement, et non à partir des pourcentages de germination qui sont moins précis (certains pourcentages ayant été arrondis).

.../...

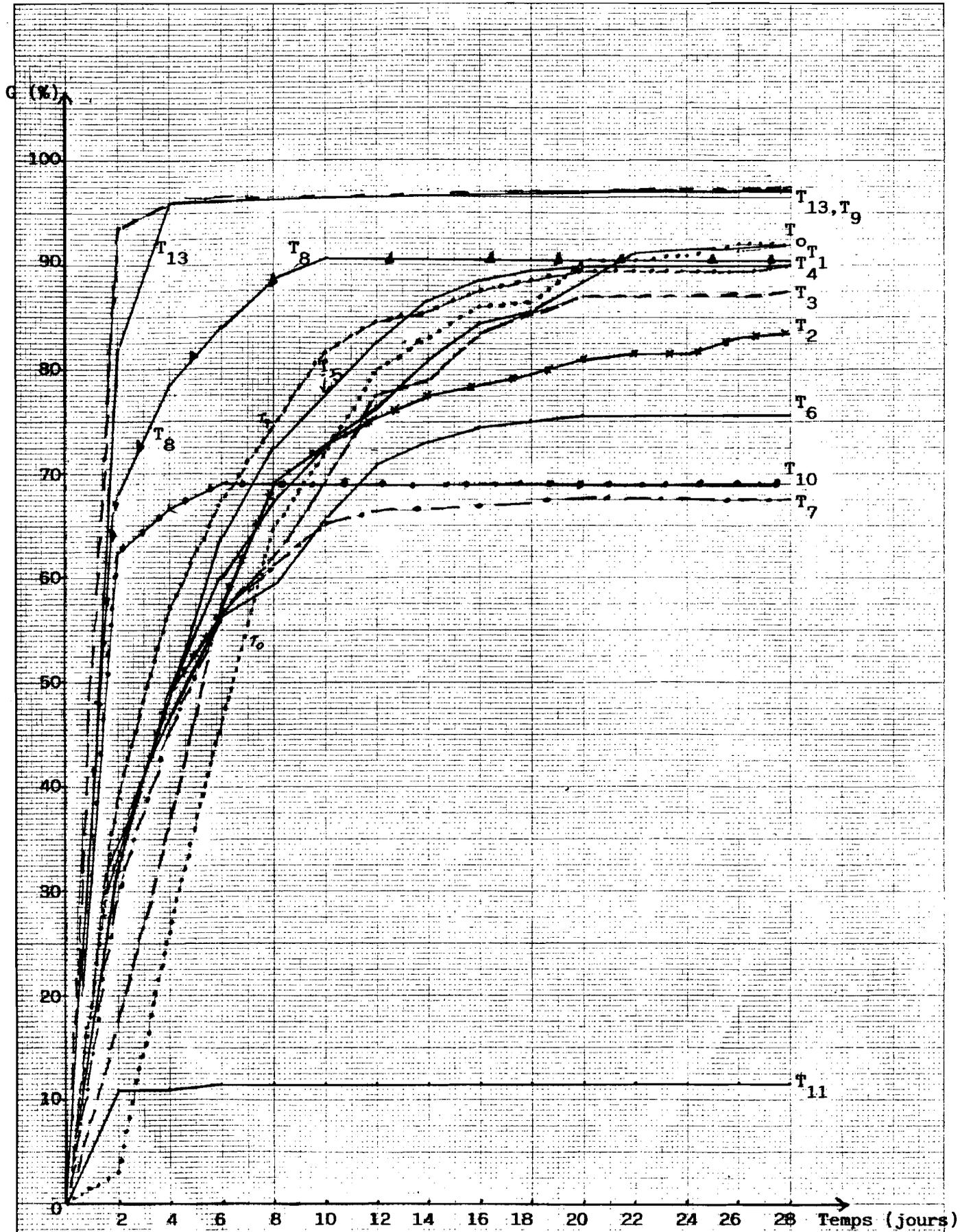


Figure 4 : Courbes de germination des graines en fonction des différents prétraitements

ESPECE : Acacia senegal

Lieu des essais : Laboratoire

3.4.1.1.1. Test sur les résultats finaux

Tableau 17 : Nombres de graines germées/répétition/prétraitement

P Rép.	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
I	46	42	41	40	44	47	37	32	48	48	37	10	0	46
II	47	48	41	43	44	39	41	36	47	49	32	6	0	46
III	44	48	42	46	45	46	32	31	42	50	34	5	0	50
IV	47	46	44	43	47	48	42	37	43	45	33	3	0	50
Moyennes	46	46	42	43	45	45	38	34	45	48	34	6	0	48

N.B. : Chaque chiffre représente le nombre de graines germées sur 50 (une répétition = 50 graines)

T₀ est le traitement témoin. Selon le tableau 17, sans aucun prétraitement, on a obtenu en moyenne 46 graines germées sur 50 par répétition. T₉ et T₁₃ sont les seuls prétraitements à avoir 48 graines germées, nombre supérieur à celui de T₀. Leur comparaison au traitement témoin devra révéler si cette différence est significative ou non. Les autres prétraitements ne sont pas pris en compte pour la simple raison que leurs résultats finaux sont inférieurs ou égaux à ceux du traitement témoin.

* Méthode de comparaison de T₀ avec T_x

Nous partons de l'hypothèse que T₀ et T_x sont identiques. Puis nous calculons le X² selon la formule :

$$X^2 = \sum_1^n \frac{(\text{valeur témoin} - \text{valeur observée})^2}{\text{Valeur témoin}}$$

(chi II)

Valeur témoin = T₀

Valeur observée = T_x

Nombre de répétitions = n = 4

.../...

La valeur du χ^2 obtenue nous permet de lire la probabilité P correspondante sur un graphique (voir annexe) en fonction de la courbe de degré de liberté ($ddl = n - 1 = 3$).

Pour $P \leq 10\%$ on parle de différence significative entre T_0 et T_x au seuil de 10 %.

Pour $P \leq 5\%$ on parle de différence significative entre T_0 et T_x au seuil de 5 %.

Pour $P \leq 1\%$ on parle de différence hautement significative entre T_0 et T_x .

Les résultats du test sont représentés dans les tableaux par codification de la manière suivante :

χ^2 correspondant à $P \leq 10\%$ est représenté par : *

χ^2 correspondant à $P \leq 5\%$ est représenté par : **

χ^2 correspondant à $P \leq 1\%$ est représenté par : ***

Exemple de comparaison de T0 avec T9

$$\begin{aligned}\chi^2 &= \frac{(46 - 48)^2}{46} + \frac{(47 - 49)^2}{47} + \frac{(44 - 50)^2}{44} + \frac{(47 - 45)^2}{47} \\ &= \frac{4}{46} + \frac{4}{47} + \frac{36}{44} + \frac{4}{47} \\ &= 0,087 + 0,085 + 0,818 + 0,085 \\ \chi^2 &= 1,075 \implies P \leq 22\%\end{aligned}$$

Il y a donc 22 % de chance que T_0 et T_9 soient les mêmes, probabilité supérieure à 10 %. Par conséquent il n'y a pas de différence significative entre T_0 et T_9 du point de vue de leurs résultats finaux. Cela est représenté dans le tableau par un tiret (-). La comparaison entre T_0 et T_{13} se fait de la même manière.

.../...

Tableau 18 : Récapitulatif des comparaisons

P Rép.	T ₀	T ₉	T ₁₃
	I	46	48
II	47	49	46
III	44	50	50
IV	47	45	50
Moyennes	46	48	48
X ²		-	-

N.B. : Il n' y a pas de différence significative entre T₀ et T₉,
T₀ et T₁₃ en ce qui concerne leurs résultats finaux.

3.4.1.1.2. Test sur les résultats obtenus 4 jours après le semis

Le tableau 6 (voir 331) donne une idée de la vitesse de germination en fonction des prétraitements au laboratoire. Rappelons que la vitesse de germination est le temps (jours) nécessaire pour obtenir 50 % ou plus de graines germées. En examinant la figure 4, on constate que 4 jours après le semis, la germination est terminée (ou presque) pour un certain nombre de prétraitements. Il s'agit de T₉, T₁₀, T₁₁ et T₁₃. Comme dans le test précédent, nous allons comparer ces prétraitements à T₀ (4 jours après le semis).

Tableau 19 : Nombres de graines germées après 4 jours

P R	T ₀	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₃
	I	13	48	37	10
II	14	48	30	6	50
III	12	50	32	5	48
IV	15	46	33	3	46
Moyennes	14	48	33	6	48
X ²		***	***		***

Des différences hautement significatives existent entre T_0 et T_{13} , T_0 et T_9 , T_0 et T_{10} . Le test ne concerne pas T_{11} dont le nombre de graines germées en 4 jours est inférieur à celui de T_0 .

3.4.1.1.3. Analyse et discussion

Les résultats des tests nous permettent de dire que 28 jours après le semis, il n'y a pas de différences significatives entre T_0 et les traitements qui ont entraîné une germination homogène et rapide (T_9 et T_{13}) quant aux résultats obtenus. En 28 jours, les graines de Acacia senegal sont donc capables de germer sans aucun prétraitement. Toutefois cette germination est lente et hétérogène, ce qui traduit l'existence d'une inhibition tégumentaire au niveau de ces graines. Cette inhibition est confirmée par l'homogénéité et la rapidité de la germination lorsque les graines sont manuellement scarifiées (T_{13}). En effet la scarification des téguments facilite l'hydratation des tissus de la graine et les échanges gazeux (deux facteurs indispensables à la germination) au niveau de l'embryon. D'où 96 % de graines germées en 4 jours. Il en est de même pour le traitement à l'acide car cet oxydant à la propriété de rendre perméables les téguments en les attaquant. Les autres prétraitements (le trempage des graines dans l'eau, l'ébouillantage et la cuisson, ont certes permis des pourcentages de germination satisfaisants, toutefois cette germination est pratiquement aussi lente que celle des graines non traitées.

3.4.1.2. Résultats de la pépinière

3.4.1.2.1. Test sur les résultats finaux

.../...

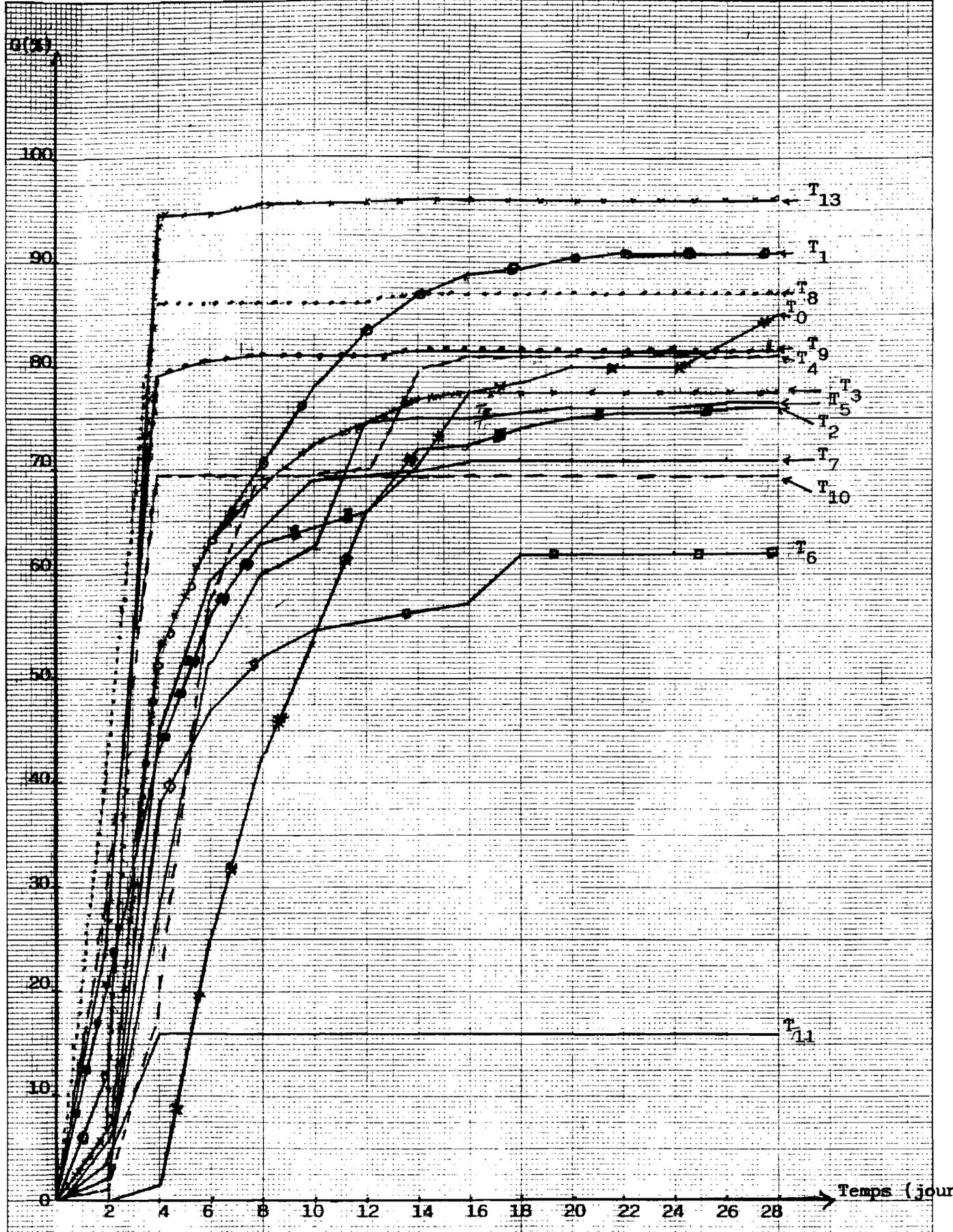


Figure 5 : Courbes de germination des graines en fonction des différents prétraitements.

ESPECE : ACACIA SENEGAL

Lieu des essais : pépinière

Tableau 20 : Nombres de graines germées /répétition /prétraitements

Prét. / Rép.	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
I	43	44	39	42	43	36	30	38	42	40	37	5	0	50
II	44	46	37	42	36	42	33	34	43	40	34	11	0	49
III	40	46	40	38	40	38	29	34	44	43	36	15	0	48
IV	41	44	36	34	41	36	32	34	43	41	33	1	0	45
Moyennes	42	45	38	39	40	38	31	35	43	41	35	8	0	48
χ^2		-							-					-

N.B. : Il n' y a pas de différences significatives entre les meilleurs prétraitements (T₁, T₈, T₁₃) et T₀.

3.4.1.2.2. Test sur les résultats obtenus en 4 jours

D'après la figure 5, les prétraitements donnant une germination pratiquement invariable 4 jours après le semis sont : T₈, T₉, T₁₀, T₁₁ et T₁₃.

Tableau 21 : Nombres de graines germées 4 jours après le semis

P / R.	T ₀	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₃
I	3	42	34	38	5	50
II	7	43	39	34	11	49
III	6	43	40	34	15	46
IV	8	44	42	34	6	43
Moyennes	6	43	39	35	8	47
χ^2		***	***	***	-	***

N.B. : *** = différence hautement significative entre T₀ et T_x.
 - = Pas de différence entre T₀ et T₁₁

.../...

3.4.1.2.3. Analyse et discussion

Comme dans le cas du laboratoire, en 28 jours de germination, aucune différence significative n'est observée entre T_0 et les meilleurs prétraitements. Par contre pour ce qui est de la germination 4 jours après le semis, les différences sont hautement significatives entre T_0 et T_8 , T_9 , T_{13} . En effet à ce délai, la scarification (T_{13}) et le traitement des graines à l'acide pendant 1 mn (T_8) ont donné les meilleurs pourcentages de germination (respectivement 86 % et 95 %). Ces résultats confirment l'hypothèse de MURUGI (1987) selon qui la scarification et le traitement des graines à l'acide (pendant un temps convenable) donneraient les meilleurs résultats pour la plupart des légumineuses. De même Doran et Al. (1983) affirment que pour de nombreux *Acacia*, un traitement d'une durée suffisante des graines à l'acide permet une meilleure germination que les prétraitements faisant appel à l'eau chaude. Cela est d'autant plus vrai que pour le cas spécifique de *Acacia senegal*, une classification des prétraitements en fonction des résultats obtenus nous permet de distinguer 3 catégories : - Ceux (prétraitements) qui permettent une germination élevée, rapide et homogène des graines ; il s'agit de T_8 , T_9 et T_{13} . Les deux premiers sont des prétraitements faisant appel à l'acide pour une durée relativement courte (1 et 5 mn) tandis que le troisième correspond à la scarification mécanique des téguments.

La deuxième catégorie de prétraitements entraîne une germination satisfaisante quant aux pourcentages obtenus, avec toutefois un délai de germination plus élevé que celui de la première catégorie. Sont de ce groupe, tous les autres prétraitements à l'exception de T_7 , T_{10} , T_{11} et T_{12} . Ces 4 prétraitements qui relèvent de la dernière catégorie ont comme caractéristique commune, la faiblesse de leurs pourcentages de germination. Cela s'explique par un excès de chaleur (T_7) ou un séjour prolongé des graines dans l'acide (T_{10} , T_{11} , T_{12}) qui dans tous les deux cas endommagent ces dernières. Ces prétraitements ne sont donc pas efficaces pour une germination optimale des semences de *Acacia senegal*.

3.4.1.3. Etude comparative des résultats du laboratoire et de la pépinière

Cette comparaison porte sur les moyennes de graines germées par répétition et par prétraitement au laboratoire et en pépinière. Les résultats du laboratoire représentent les valeurs témoins, pour la simple raison que les conditions de germination d'une manière générale y sont optimales. Il s'agit de montrer si oui ou non la germination en pépinière est la même qu'au laboratoire.

Aussi chi II se calcule de la manière suivante :

$$\chi^2 = \frac{T_{0L} - T_{0P}}{T_{0L}} + \dots + \frac{T_{13L} - T_{13P}}{T_{13L}}$$

L = laboratoire
P = pépinière

Tableau 22 : Comparaison de la germination au laboratoire et en pépinière

Lieu	Prét.	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
	Labo.		46	46	42	43	45	45	38	34	45	48	34	6	0
Pépi.		42	45	38	39	40	38	31	35	43	41	35	8	0	48
χ^2															

N.B. : Il n'y a pas de différences significatives entre l'ensemble des prétraitements au laboratoire et en pépinière.

.../...

De cette comparaison, il ressort que les graines de Acacia senegal, lorsqu'elles ont subi un prétraitement donné, permettent à peu près le même résultat final au laboratoire et en pépinière (différences non significatives entre les moyennes de graines germées). Pour tous les prétraitements, le temps de latence (2 jours) est également le même au laboratoire et en pépinière (cf. figure 4 et 5). Par contre lorsque l'on s'intéresse à la vitesse de germination, les différences sont plus nettes entre les deux milieux de germination. Par exemple au laboratoire, les meilleurs prétraitements ont atteint plus de 50 % de germination deux jours après le semis, alors que le même pourcentage en pépinière a nécessité 4 jours pour les mêmes prétraitements (voir tableaux 6 et 12 en 3.3.1 et 3.3.2). En effet d'après SAWADOGO (1985), la germination est toujours plus rapide et plus élevée au laboratoire qu'en pépinière. La différence des substrats entre le laboratoire et la pépinière (voir 3.2.1.2.2.), les attaques parasitaires plus fréquentes en pépinière..., sont probablement entre autres raisons à la base de cette situation.

3.4.1.4. Conclusion

Les semences de Acacia senegal, lorsqu'elles sont semées sans aucun prétraitement, présentent une germination étalée dans le temps. L'étude comparative des différents prétraitements aurait permis de les classer en fonction de leur efficacité. Pour une germination rapide et homogène des semences de Acacia senegal, le traitement des graines à l'acide pendant 1 mn (T_8), 5 mn (T_9) et la scarification mécanique des téguments (T_{13}) se sont révélés les meilleurs. Toutefois il convient de souligner que ces prétraitements, s'ils permettent une germination optimale, présentent également des inconvénients. Le premier inconvénient du prétraitement des graines à l'acide est son coût élevé (un litre d'acide coûte entre 5 000 et 8 500 F CFA) et le fait que ce produit ne soit pas toujours disponible (SOME, 1987). En outre, la maîtrise des techniques de ce prétraitement nécessite une certaine formation des pépiniéristes. Ces derniers doivent savoir prendre des précautions particulières pour éviter les effets caustiques de l'acide au moment de son utilisation d'une part, et d'autre part pour éviter de porter préjudice à la viabilité des semences.

.../...

Quant à la scarification mécanique, elle n'est pratiquement pas applicable dans le cas d'une production importante de plants parce que nécessitant énormément de temps. A cela il faut ajouter le fait qu'elle expose beaucoup plus les semences à l'attaque des microorganismes pathogènes. Un autre inconvénient est que ce prétraitement peut occasionner une blessure fatale de l'embryon.

Ces quelques considérations que nous venons d'évoquer peuvent parfois limiter le choix du pépiniériste quant au prétraitement à appliquer pour la production des plants en pépinière. Dans "Semences forêts et développement" SOME (1987) pour sa part préconise deux prétraitements pour lever l'inhibition tégumentaire des graines de Acacia senegal. Il s'agit du traitement à l'acide pendant 5 mn (T_9) et de l'ébouillantage suivi d'un trempage des graines dans l'eau pendant 24 h (T_3). Si le deuxième est plus simple et plus économique que le premier, il ne permet pas une germination aussi rapide que celui-ci.

3.4.2. BAUHINIA RUFESCENS

3.4.2.1 Résultats du laboratoire

3.4.2.1.1 Test sur les résultats finaux

TABLEAU 23 : Nombres de graines germées/répétition/prétraitement

R	P													
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
I	25	31	19	45	39	4	0	0	33	44	45	46	44	36
II	24	26	22	42	40	3	0	0	34	45	44	42	40	42
III	24	29	19	40	34	4	0	0	35	45	45	42	38	40
IV	23	18	20	33	43	1	0	0	34	42	42	42	46	43
Moyennes	24	26	20	40	39	3	0	0	34	44	44	43	42	42
χ^2	-	-	***	***	-	-	-	-	***	***	***	***	***	***

N.B *** = Il existe une différence hautement significative entre T₀ et T_x

- = Pas de différence significative entre T₀ et T₁

3.4.2.1.2 Test sur les résultats obtenus en 4 Jours

L'examen du tableau 23 révèle qu'il y a des différences hautement significatives entre tous les prétraitements efficaces et T₀ en ce qui concerne les résultats obtenus en 28 jours. Il n'est donc pas nécessaire de procéder au test du χ^2 puisque cette différence reste hautement significative (la germination étant terminée 4 jours après le semis pour les meilleurs prétraitements.)

3.4.2.1.3 Analyse et discussion

Le faible taux de germination (48 %) des graines de Bauhinia rufescens lorsqu'elles sont semées sans aucun prétraitement d'une part, l'hétérogénéité de cette germination par rapport à celle des graines prétraitées (T₈, cf figure 6) d'autre part, traduisent l'importance de l'inhibition tégumentaire des semences de cette espèce.

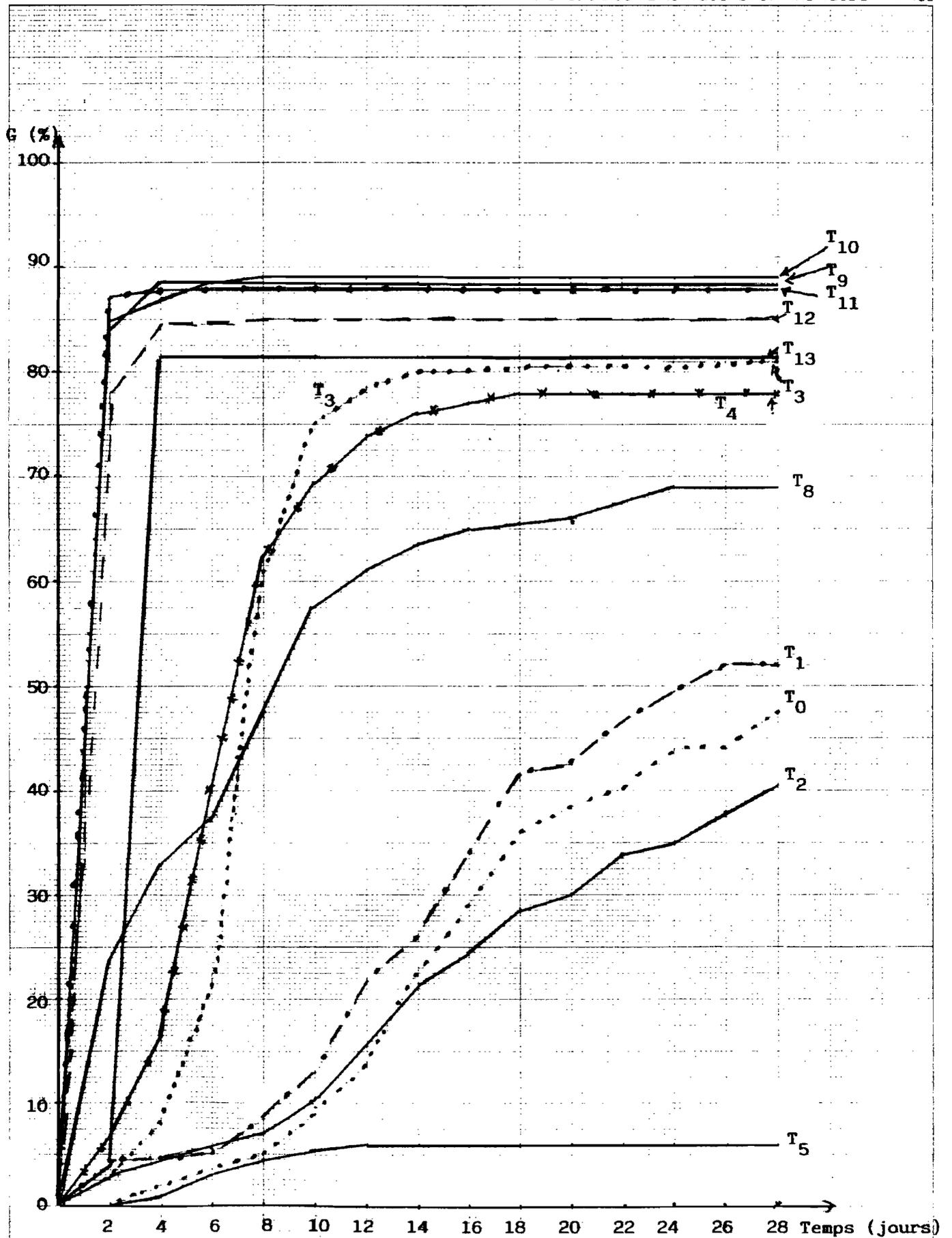


Figure 6 : Courbes de germination des graines en fonction des différents prétraitements.

ESPECE : Bauhinia rufescens

lieu des essais : Laboratoire.

En effet la scarification manuelle des graines nous a permis de nous rendre compte de l'importance de la dureté et de l'imperméabilité de leur téguments, ce qui constitue sans nul doute un obstacle à la bonne germination de ces graines. L'examen de la figure 6 permet de distinguer 4 types de prétraitements en fonction de leurs effets sur la germination des semences de Bauhinia rufescens. Tous les prétraitements à base d'acide d'une durée allant de 5 à 60 mn (T_9 , T_{10} , T_{11} , T_{12}) et la scarification (T_{13}) ont permis les pourcentages de germination les plus élevés dans un délai très court (4 jours). Ce sont les meilleurs prétraitements pour ce qui est de la rapidité de la germination des semences de Bauhinia rufescens.

L'ébouillantage des graines suivi de leur trempage dans l'eau pendant 24 H (T_3) et 48 h (T_4) a entraîné également une germination satisfaisante quant aux pourcentages obtenus, mais plus étalée dans le temps.

Le traitement des graines à l'acide pendant 1 mn (T_8), leur trempage dans l'eau de robinet pendant 24 H (T_1) et 48 H (T_2) de même que le traitement néant (T_0) ont permis des pourcentages de germination bas (respectivement 69 %, 52 %, 41 % et 47 %). Cette faiblesse des pourcentages confirme bien le fait que Bauhinia rufescens est une espèce dont les semences sont munies de téguments très coriaces pour lesquels les effets du traitement à l'acide pendant 1 mn, du trempage dans l'eau pendant 48 H ne sont pas suffisants. SOME (1987) affirme d'ailleurs que ces prétraitements ne sont généralement efficaces que lorsqu'ils sont appliqués à des semences aux téguments peu durs.

La cuisson (dernier type de prétraitement) semble être un procédé fatal pour les semences de Bauhinia rufescens. En effet pour une cuisson des graines pendant 1 mn (T_5), 5 mn (T_6) et 10 mn (T_7), les résultats obtenus sont respectivement 6 %, 0 % et 0 %. Pourtant SOME (1987) relevait qu'une cuisson d'une minute pouvait activer la germination des semences de cette espèce. De même Von Maydell (1983) préconise pour l'amélioration du pouvoir germinatif des semences de Bauhinia rufescens, leur cuisson pendant 7 mn environ. Au regard de ces suggestions, il nous est difficile d'expliquer les raisons des résultats quasi-nuls et nuls que nous avons obtenus : la sensibilité des semences varierait-elle en fonction des lots ? Leur morphologie serait-elle différente suivant les lots ? (les semences du lot sur lequel nous avons travaillé présentent une gémule très protubérante, ce qui en cas de chaleur excessive peut porter préjudice à la viabilité de la semence). La réponse à ces deux questions nécessite des études avec plusieurs lots différents, appuyées d'une coupe des graines pour observer leur morphologie interne.

3.4.2.2 Résultats de la pépinière

TABLEAU 24 : Nombres de graines germées/répétition/prétraitement

Prét. / Rés.	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
*	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
I	10	16	20	37	42	0	0	0	31	40	32	37	32	3
II	6	20	17	32	36	0	0	0	32	42	40	42	35	4
III	16	22	17	38	38	0	0	0	32	41	45	40	34	3
IV	12	14	22	41	40	0	0	0	29	41	35	41	31	4
Moyennes	11	18	19	37	39	0	0	0	31	41	38	40	33	3
χ^2		*	*	***	***				***	***	***	***	***	***

N.B * = différences significatives entre T₀ et T_x

*** = différences hautement significatives entre T₀ et T_x

3.4.2.2.2 Test sur les résultats obtenus après 8 jours

Le choix du 8^e jour après le semis pour déterminer les prétraitements les plus efficaces s'explique par le fait qu'en pépinière, la germination a commencé au plus tôt le 4^e jour après le semis. Comme dans le cas du laboratoire, les différences étant hautement significatives entre la plupart des prétraitements et T₀, il n'est pas nécessaire de procéder aux calculs statistiques sur les résultats obtenus en 8 jours.

3.4.2.2.3 Analyse et discussion

L'examen de la figure 7 révèle que la germination pour tous les prétraitements (sauf la cuisson qui a donné des résultats nuls) a commencé après un temps de latence de 4 jours. Cela confirme bien le fait qu'en pépinière la germination est plus lente qu'au laboratoire. La classification des prétraitements demeure pratiquement la même, sauf que les pourcentages de germination d'une manière générale sont légèrement plus bas. Comme dans le cas du laboratoire, le meilleur prétraitement à l'acide est celui qui dure 5 mn (T₉).

.../...

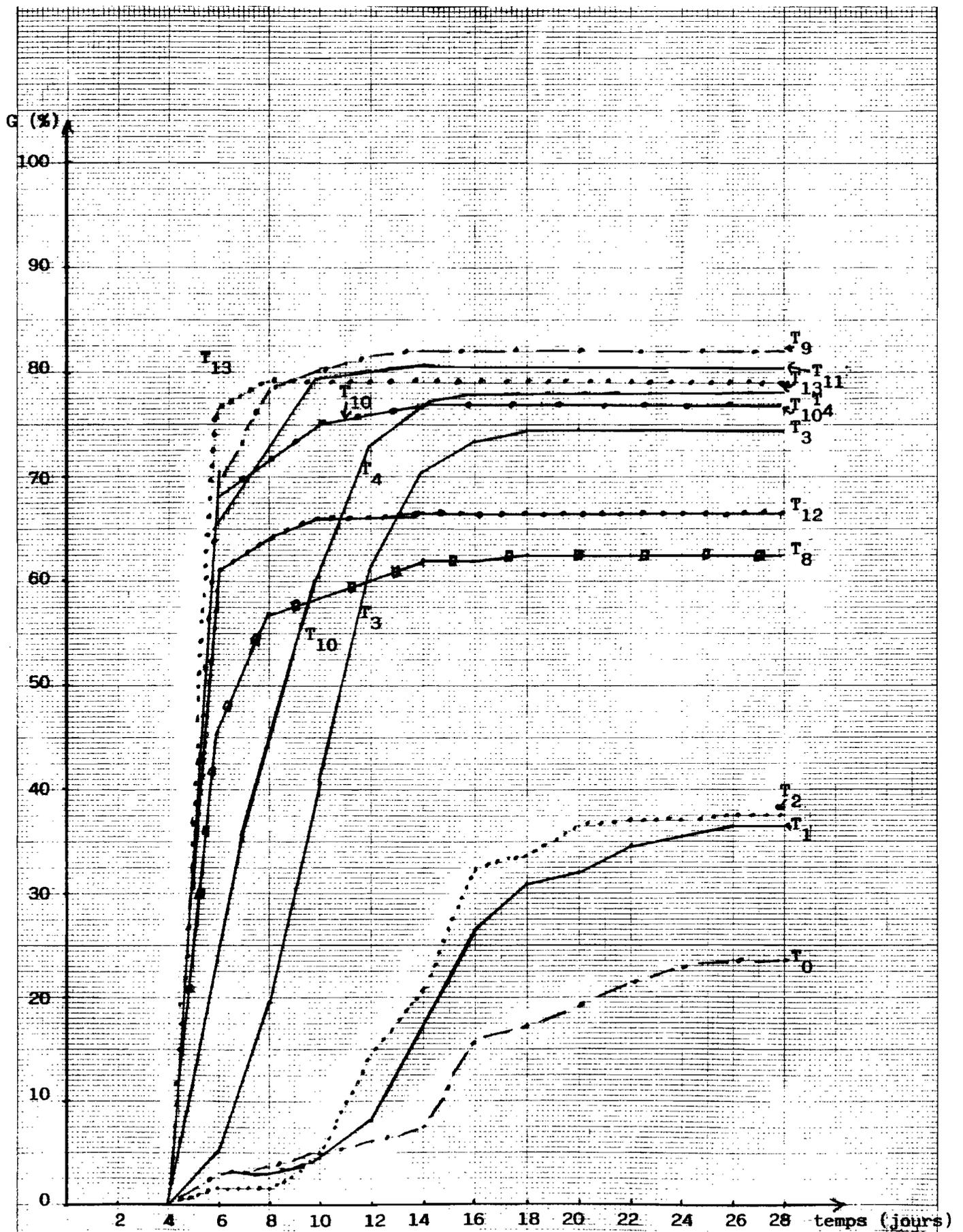


Figure 7 : Courbes de germination des graines en fonction des différents prétraitements

ESPECE : Bauhinia rufescens

lieu des essais : Pépinière

Il a le pourcentage de germination le plus élevé (82 % dont 79 % dès le 8^e jour). Bien que T₁₀ (TA 10 mn) et T₁₁ (TA 30 mn) aient permis des pourcentages de germination satisfaisants (respectivement 77 % et 81 %). ces prétraitements sont moins pratiques que T₉ qui nécessite moins de temps. C'est d'ailleurs celui recommandé par SOME (1987) pour lever l'inhibition tégumentaire des semences de Bauhinia rufescens parmi les prétraitements à base d'acide.

3.4.2.3 Comparaison des résultats (laboratoire et pépinière)

TABLEAU 25 : Moyennes de graines germées/répétition/prétraitement

Prét. / Lieu	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
Labo	24	26	20	40	39	3	0	0	34	44	44	43	42	41
Pép.	11	18	19	37	39	0	0	0	31	41	38	40	33	39
χ ²							-							

Le signe (-) signifie qu'il n'y a pas de différences significatives entre l'ensemble des prétraitements au laboratoire et en pépinière quant à la germination en 28 jours.

3.4.2.4 Conclusion

De notre étude, il ressort que les graines de Bauhinia rufescens sont sujettes à une inhibition tégumentaire importante. Pour venir à bout de cette inhibition et obtenir une germination homogène et rapide, le traitement des graines à l'acide pendant 5 mn s'est révélé le meilleur. Comme prétraitement faisant appel à la chaleur, l'ébouillantage des graines suivi de leur trempage dans l'eau pendant 24 H ou 48 H permet également un pourcentage de germination satisfaisant. Les avantages et les inconvénients de ces deux prétraitements qui (comme l'avait déjà relevé SOME, 1987) sont les meilleurs pour lever l'inhibition tégumentaire des semences de Bauhinia rufescens, ont été évoqués dans le cas de l'espèce précédente (voir 3.4.1.4).

De tous les prétraitements, la cuisson qui selon certains auteurs (SOME 1987, Maydell 1983) serait un procédé efficace pour lever l'inhibition tégumentaire des semences de Bauhinia rufescens, s'est révélée plutôt fatale pour les semences de notre lot.

Il serait donc intéressant que des études comparatives sur plusieurs lots par rapport à ce prétraitement soient menées. Cela permettra de confirmer ou d'infirmier le fait que l'effet de la cuisson semble être fonction du lot.

3.4.3. PROSOPIS JULIFLORA

3.4.3.1 Résultats du laboratoire

3.4.3.1.1 Test sur les résultats finaux

TABLEAUX 26 : Nombre de graines germées/répétition/ prétraitement

Prét. / Rép	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃
I	27	31	33	41	46	44	47	46	49	50	38	32	6	43
II	26	29	30	45	45	44	42	46	48	49	46	36	3	46
III	24	30	25	46	47	48	42	43	47	46	46	33	3	48
IV	31	30	24	40	50	44	45	45	48	43	46	31	4	47
Moyennes	27	30	28	43	47	45	44	45	48	47	44	33	4	46
X ²		-	-	***	***	***	***	***	***	***	***	-		***

N.B : *** = différence hautement significative entre T₀ et T_x

- = Pas de différence significative entre T₀ et T_x

3.4.3.1.2 Test sur les résultats après 4 jours

A l'exception de T₁, T₂, T₁₁ et T₁₂, tous les autres prétraitements présentent des différences hautement significatives avec T₀. Nous allons donc omettre le test du X² pour les raisons que nous avons déjà évoquées dans le cas de l'espèce précédente.

3.4.3.1.3 Analyse et discussion

En 28 jours, tous les prétraitements hormis celui à l'acide pendant 60 mn (T₁₂), ont permis plus de 50 % de germination (cf. figure 8). Le temps de latence est également le même pour tous les prétraitements (2 jours).

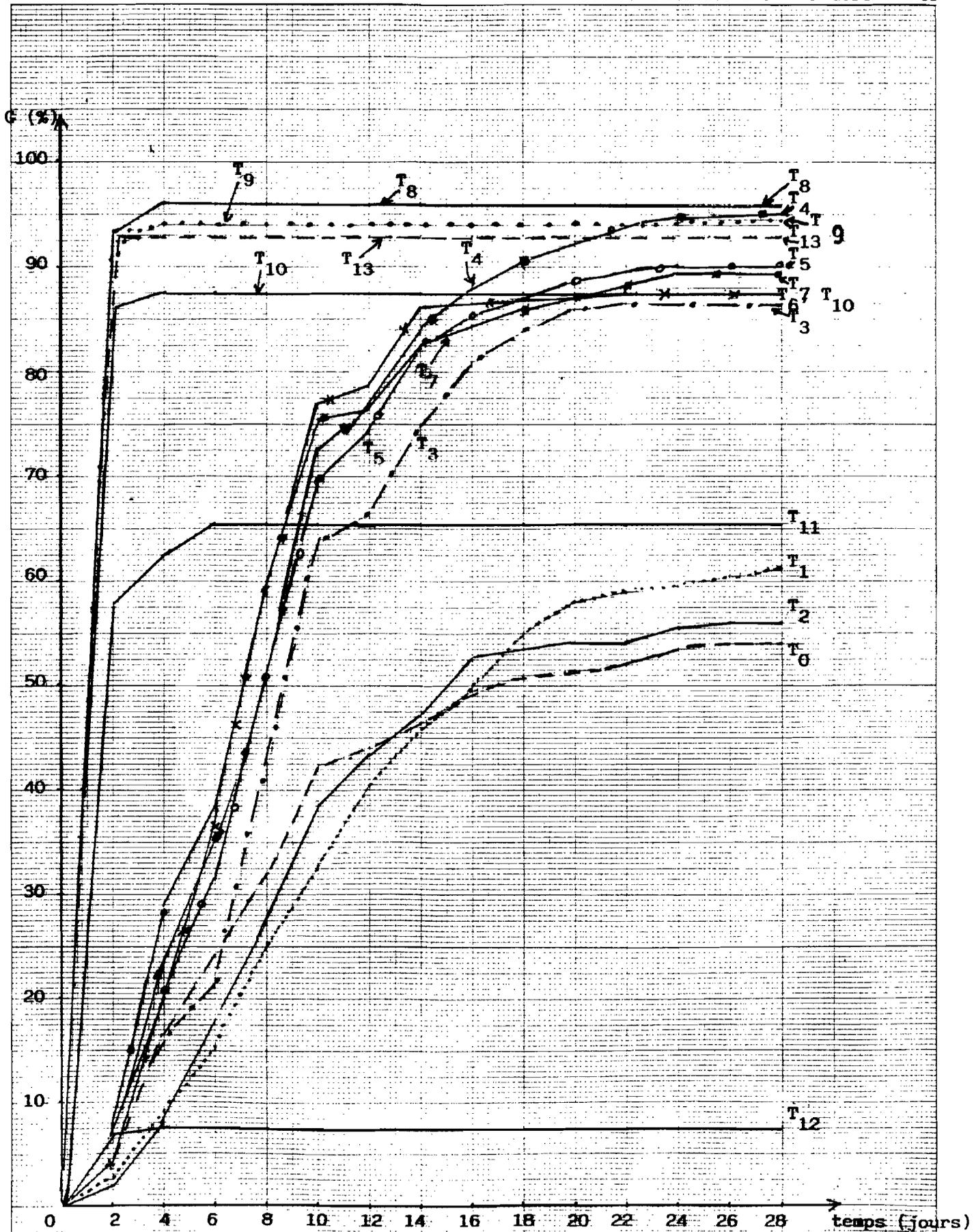


Figure 8 : Courbes de germination des graines en fonction des différents prétraitements

ESPECE : *Prosopis juliflora*

Lieu des essais : Laboratoire

L'ébouillantage suivi d'un trempage des graines dans l'eau pendant 48 H (T_4) a permis 95 % de germination contre 90 % pour la cuisson pendant 1 mn. Ces prétraitements, tous deux à base de chaleur sont donc très efficaces pour la germination des semences de Prosopis juliflora dans un délai de 28 jours. Dans "Semences-forêts et développement" SOME (1987) fait remarquer en effet que ces techniques s'appliquent généralement avec succès aux semences d'un certain nombre d'espèces dont Prosopis juliflora. Si ces prétraitements ont permis des pourcentages de germination très élevés en 28 jours, il n'en est pas de même pour 4 jours après le semis où le record est détenu par les prétraitements à base d'acide et la scarification (96 % pour T_8 , 94 % pour T_9 , 88 % pour T_{10} et 93 % pour T_{13}). T_8 qui correspond au traitement des graines à l'acide pendant 1 mn a permis le meilleur pourcentage de germination. Ce temps très court s'avère donc suffisant et traduit la finesse des téguments des semences de Prosopis juliflora. Cela est confirmé par la figure 8 qui révèle que plus le temps de traitement à l'acide est important, moins il y a de graines qui germent, ces dernières se trouveraient altérées par l'acide. Ainsi pour une meilleure réaction des semences de Prosopis juliflora à ce prétraitement, l'étude aurait révélé qu'une durée d'une minute est suffisante. La germination qu'elle permet reste pratiquement invariable jusqu'à 5 mn de traitement. On pourrait donc considérer l'intervalle de 1 à 5 mn comme satisfaisant pour Prosopis juliflora quant au prétraitement des graines à l'acide.

3.4.3.2 Résultats de la pépinière

3.4.3.2.1 Test sur les résultats finaux

TABLEAU 27 : Nombres de graines germées/répétition/prétraitement

Prét. / Rép.	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}	T_{12}	T_{13}
I	25	29	30	41	45	42	46	41	45	45	40	21	0	45
II	24	25	29	44	44	45	46	46	45	44	37	25	0	44
III	28	30	30	40	46	41	45	40	44	42	35	27	0	46
IV	27	28	31	43	45	40	47	41	40	46	40	23	0	45
Moyennes	26	28	30	42	45	42	46	42	45	44	38	24	0	45
χ^2			-	-	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

*** = différence hautement significative entre T_0 et T_x

- = pas de différence entre T_0 et T_x

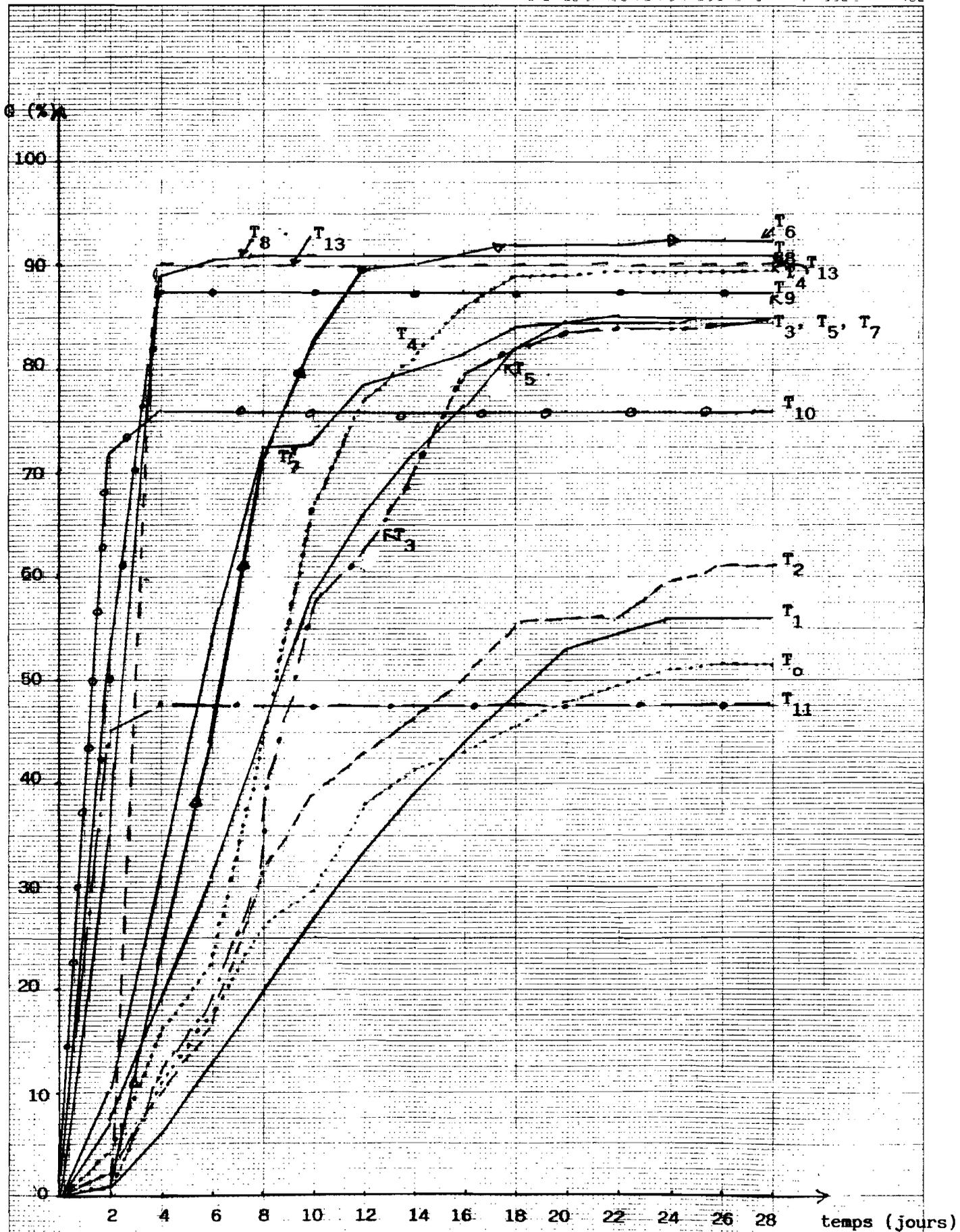


Figure 9 : Courbes de germination des graines en fonction des différents prétraitements.

ESPECE : *Prosopis juliflora*

lieu des essais : pépinière .

3.4.3.2 Test sur les résultats après 4 jours

Pour les mêmes raisons évoquées en 3.4.3.1.2. il n'est pas nécessaire de vérifier par le test du χ^2 s'il y a des différences hautement significatives entre T_0 et les prétraitements qui ont donné un meilleur pourcentage de germination.

3.4.3.3 Analyse et discussion

En pépinière la cuisson des graines pendant 5 mn (T_6) a permis en 28 jours d'obtenir le meilleur pourcentage de germination (93 %). Comme nous l'avons dit dans le cas du laboratoire, *Prosopis juliflora* est une espèce qui réagit favorablement à la chaleur. Toutefois cette chaleur n'affecte pas l'ensemble des semences de l'échantillon de la même manière ; ce qui se traduit par l'étalement de la germination par rapport à celle du traitement des graines à l'acide (T_8) et (T_9). (cf. tableau 16 en 332). D'une manière générale l'étalement de la germination pour certains prétraitements aussi bien au laboratoire qu'en pépinière. tient au fait que toutes les semences d'un échantillon soumises aux mêmes conditions. ne sont pas exactement dans le même état physiologique, certaines étant aptes à germer plus rapidement que d'autres

En pépinière T_{12} (TA 60 mn) a entraîné un résultat nul alors que celui-ci était de 8 % au laboratoire. D'une façon globale, les résultats de la pépinière sont en baisse par rapport à ceux du laboratoire. Une comparaison à l'aide du χ^2 montrera si ces différences sont oui ou non significatives.

3.4.3.3 Comparaison des résultats (laboratoire et pépinière)

TABLEAU 28 : Moyennes de graines germées/répétition/prétraitement

Préti: Lieu	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}	T_{12}	T_{13}
Labo	27	30	28	43	47	45	44	45	48	47	44	33	4	4
Pép.	26	28	30	42	45	42	46	42	45	44	38	24	0	4
χ^2														

Il n'y a pas de différences significatives entre l'ensemble des prétraitements au laboratoire et en pépinière (cf. valeur de X^2). Pour tous les prétraitements, le temps de latence (2 jours) est le même dans les deux milieux de germination.

3.4.3.4 CONCLUSION

Comme pour les deux autres espèces, l'étude comparative des prétraitements a permis la mise en évidence des meilleurs prétraitements pour lever l'inhibition tégumentaire des semences de Prosopis juliflora. Pour une germination rapide et homogène, le traitement des graines à l'acide de 1 à 5 mn (T_8-T_9) et la scarification mécanique des téguments (T_{13}) sont de loin les meilleurs. Mais compte tenu du coût ou du temps qu'exigent ces prétraitements un pourcentage de germination satisfaisant peut toujours être obtenu par ébouillantage des graines suivi d'un trempage dans l'eau pendant 48 H comme le préconise d'ailleurs SOME (1987) dans "semences forêts et développement". Cette méthode plus économique que le traitement à base d'acide et la scarification ne permet malheureusement pas une germination rapide et homogène. L'idéal pour le pépiniériste qui a intérêt à ce que la germination soit rapide et homogène serait donc d'appliquer l'un des deux premiers prétraitements. Mais les raisons que nous venons d'évoquer (coût, temps ...) peuvent parfois être une entrave à cet idéal.

3.4.4 Conclusion sur les prétraitements

La comparaison de 14 types de prétraitements nous a permis de connaître pour chacune de nos 3 espèces, ceux qui permettent d'obtenir une germination optimale. En effet pour la rapidité, l'homogénéité et les meilleurs pourcentages de germination, le prétraitement des graines à l'acide moyennant des durées de traitement convenables (1 à 5 mn pour Acacia senegal, 5 mn pour Bauhinia rufescens, 1 à 5 mn pour Prosopis juliflora), de même que la scarification mécanique des téguments se sont révélés les meilleurs. En dehors de ces prétraitements, l'ébouillantage suivi d'un trempage des graines dans l'eau pendant 24 H pour Acacia senegal et Bauhinia rufescens, 48 H pour Prosopis juliflora ont également permis des pourcentages de germination élevés. Toutefois les inconvénients liés à chacun de ces procédés peuvent parfois limiter le choix du pépiniériste quant au prétraitement à appliquer pour la production des plants en pépinière. En effet ce dernier pour appliquer le prétraitement à base d'acide par exemple, devra d'abord maîtriser les techniques d'utilisation de ce produit. Ensuite il faudra qu'il accepte de consentir des moyens financiers plus ou moins importants (un litre d'acide pouvant coûter jusqu'à 8 500 F).

Si l'une de ces conditions n'était pas remplie, le pépinériste sera obligé d'utiliser l'ébouillantage ou la cuisson selon les espèces (la scarification n'étant pas appropriée pour une production importante de plants). Ces procédés, s'ils sont plus économiques que le prétraitement à l'acide, ne sont adaptés qu'à une faible gamme d'espèces.

De ces quelques considérations, il ressort comme l'ont relevé SOME et SARY (1987) que le choix du prétraitement à appliquer pour la production des plants en pépinière dépend de plusieurs facteurs dont les connaissances théoriques et pratiques du pépinériste, les moyens financiers, les objectifs quantitatifs et l'importance des unités de production.

Pour notre part, nous souhaitons que le prétraitement des graines à l'acide qui d'un point de vue scientifique est vraiment le meilleur (possibilité de prétraiter des quantités importantes de graines en une seule fois, germination rapide, homogène et élevée), puisse être vulgarisé au maximum.

Cela nécessite certes des efforts de la part du CNSF qui doit non seulement travailler à assurer la formation théorique et pratique des pépinéristes, mais continuer également ses recherches complémentaires, comme celle par exemple tendant à étudier la faculté de conservation de semences prétraitées à l'acide et séchées. Si cette étude s'avèrait concluante, le CNSF proposerait aux utilisateurs, des semences pour lesquelles il ne faudra plus qu'un simple trempage dans l'eau pour obtenir une germination rapide et homogène.

QUATRIEME PARTIE

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA
TEMPERATURE ET DE LA LUMIERE
SUR LA GERMINATION DES GRAINES

IV. INFLUENCE DE LA TEMPERATURE ET DE LA LUMIERE SUR LA GERMINATION DES GRAINES

Dans la troisième partie, nous avons énuméré les facteurs majeurs influençant la germination. Au titre de ceux-ci figurent la température et la lumière dont nous allons voir les impacts sur la germination des graines de deux espèces : Jatropha curcas et Ziziphus mauritiana.

4.1. Considérations générales

4.1.1. Influence de la température sur la germination

Comme nous l'avions déjà souligné (voir 3.1.2.3.), le mode d'action de la température sur le processus de la germination est imparfaitement élucidé de nos jours. Elle interviendrait soit au niveau de l'embryon pour lever sa dormance, soit au niveau des enveloppes pour éliminer ou créer une inhibition tégumentaire. Le taux de germination des semences varie souvent avec la température à laquelle elles sont mises à germer. Ainsi pour une espèce donnée, il existe un intervalle de température à l'intérieur duquel la germination est possible. Aux bornes de cet intervalle, on distingue : une température minimale en dessous de laquelle la germination est impossible, et une température maximale au dessus de laquelle les graines ne germent pas également. Entre les deux, se situe la température optimale à laquelle la germination est la plus rapide.

Le but de notre étude est de rechercher dans des conditions bien définies et pour chacune des deux espèces, la ou les températures qui permettent d'obtenir les pourcentages de germination les plus élevés dans un temps relativement court.

4.1.2 Influence de la lumière sur la germination

Au cours de leur cycle de développement, les végétaux supérieurs passent par divers stades sur lesquels l'éclairement exerce le plus souvent un contrôle.

.../...

La germination des semences n'échappe pas à cette influence de la lumière. Les premières observations dans ce domaine remontent en 1860, avec les travaux de Caspary sur les graines de Bulliarda qui ne germent pas à l'obscurité. Par la suite, l'analyse du comportement des semences de multiples espèces éclairées par la lumière blanche, a permis de les classer en semences à photosensibilité positive, négative et neutre (voir 3.1.2.4.).

Le mécanisme d'intervention de la lumière dans le processus de la germination est similaire à ceux de l'induction florale, de l'élongation des tiges, du développement radiculaire, de la formation de certains pigments (COPELAND, 1976). Selon Come (1970), chez toutes les espèces à photosensibilité positive, la lumière rouge-claire de longueur d'onde comprise entre 650 nm et 680 nm., stimule la germination avec un maximum d'efficacité à 660 nm.

La lumière blanche, poursuit le même auteur, favorise également la germination de ces espèces. Quant à la lumière rouge-sombre de longueur d'onde comprise entre 700 et 800 nm., elle n'a pas d'effet sur la germination.

4.1.3. Influence des variations conjointes de la température et de la lumière sur la germination

Les semences, lorsqu'elles germent dans les conditions naturelles, subissent un certain nombre de variations qui sont notamment l'alternance du jour avec la nuit, les variations thermiques quotidiennes.

Le but de la présente étude est donc de voir si les réactions de germination de nos semences sont plus favorables dans ces conditions.

4.2. Matériel et méthodes expérimentaux

4.2.1. Pour l'étude de l'influence de la température sur la germination

4.2.1.1 Matériel

Le matériel végétal se compose des semences de Jatropha curcas et de Ziziphus mauritiana dont les caractéristiques sont présentées dans la deuxième partie (voir 2.2.1.2.1.).

Pour chaque température, nous utilisons 200 graines par espèce que nous répartissons en 4 répétitions de 50 graines.

Le matériel de laboratoire comprend :

- Un incubateur de marque LUMININCUBE comportant des ampoules à néon et dont la température peut varier de 0° C à 60° C.
- Un thermohygrographe
- Des boîtes de pétri de 9,3 cm de diamètre
- Du papier filtre utilisé comme substrat
- Une pissette
- Un coupe-ongle
- Un bécher
- Des pinces, des forceps, aiguilles scalpel
- Un feutre marqueur
- De l'eau distillée.

4.2.1.2. Méthode

4.2.1.2.1. Préparation des semences

Afin de lever la dormance tégumentaire, nous procédons à la scarification des graines. Celle-ci se fait manuellement à l'aide d'un coupe ongle sur le côté opposé au germe.

4.2.1.2.2. Préparation des boîtes de Pétri

Ces boîtes sont lavées à l'eau savonneuse, désinfectées pendant 30 mn à l'hypochlorite de sodium, rincées à l'eau de robinet puis mises à sécher. Le but de toutes ces opérations est de stériliser le milieu de germination. Ensuite, un substratum composé d'un papier filtre taillé à la dimension des boîtes est placé dans ces dernières, puis humecté à l'eau distillée dont la quantité varie de 5 ml pour Ziziphus mauritiana à 15 ml pour Jatropha curcas compte tenu du volume des graines. C'est alors que les semences sont régulièrement réparties sur ce substratum à raison de 50 par boîte. Ces boîtes sont ensuite recouvertes de leur couvercle et reçoivent chacune un numéro permettant de les distinguer.

4.2.1.2.3 Mise en incubation

Avant chaque essai, l'incubateur est conditionné 24 heures à l'avance. Il est ainsi mis en marche sous lumière blanche en fixant la température désirée. Notons que pour l'influence de ce facteur sur la germination nous avons retenu 7 températures différentes qui sont : 15°C, 20°C, 25°C, 28°C, 30°C, 35°C, 40°C.

Ces températures ont été choisies en fonction des minima et des maxima qui en moyenne, tournent respectivement autour de 15°C et 40°C au Burkina Faso.

Lorsque la température de l'enceinte à germination est devenue homogène après 24 heures de marche, nous disposons les boîtes de Pétri contenant les semences sur les étagères de l'incubateur. L'humidité relative de l'air dans l'enceinte est maintenue grâce à un béccher d'eau que nous y plaçons. Cela permet d'éviter la dessiccation des substrats.

4.2.1.2.4. Evaluation des essais

Le dénombrement des graines germées se fait chaque jour et au bout de 10 jours, l'essai est clos. Une graine est considérée comme germée lorsque sa radicule visible a transpercé le tégument. Une telle graine est éliminée de la boîte, et le nombre total de ces graines par répétition porté sur une fiche de relevé dont un exemplaire est présenté en annexe III.

4.2.2. Pour l'étude de l'influence de la lumière sur la germination

4.2.2.1. Matériel

Le matériel végétal se compose des semences des mêmes espèces utilisées au cours de l'étude précédente. La quantité de ces semences est également la même (200 semences par espèce et par essai).

Pour ce qui est du matériel technique, nous avons ajouté à celui utilisé pour l'étude de l'influence de la température, un papier aluminium, un tissu noir et une lampe rouge.

.../...

4.2.2.2 Méthode

La préparation des semences et des boîtes ainsi que la mise en incubation sont identiques à celles déjà évoquées dans le cas de la température. Il faut d'ailleurs signaler que les essais sur l'influence de la température et de la lumière ont été menés conjointement dans le même incubateur. Aussi, pour obtenir les conditions d'obscurité, les 4 boîtes de 50 graines par espèce ont été recouvertes d'un papier aluminium doublé d'un tissu noir. Le dénombrement des graines germées a lieu dans l'obscurité (généralement la nuit) à l'aide d'une lampe rouge sombre qui n'a pas d'effet sur la germination.

4.2.3. Pour l'influence des variations conjointes de la température et de la lumière sur la germination

4.2.3.1. Matériel

Le matériel demeure le même (voir 4.2.1.1.)

4.2.3.2. Méthode

Si les semences et les boîtes de Pétri sont préparées de la même façon que dans les études précédentes, l'incubateur par contre est réglé pour un fonctionnement alternatif. En effet, il est programmé pour fonctionner pendant 14 heures d'obscurité de (17 h le soir à 7 h le lendemain matin) correspondant à la période de basse température (20°C et 25°C).

A la fin de la phase d'obscurité, il y a illumination automatique de l'incubateur, tandis que la température monte rapidement et se stabilise à 35°C. Cette période lumineuse (de haute température) pendant laquelle se fait le relevé des graines germées dure 10 heures.

4.3. Résultats

Dans les tableaux, chaque chiffre indique la moyenne arithmétique des 4 répétitions ramenée à 100.

.../...

4.3.1. Résultats de l'influence de la température et de la lumière sur la germination

TABLEAU 29 : Jatropha curcas : Pourcentages de germination aux températures indiquées à la lumière blanche, et à l'obscurité pour 20° C, 25° C, 30° C et 35° C.

! Traitement	! 15°C		! 20°C		! 25°C		! 28°C		! 30°C		! 35°C		! 40°C	
	! L	! O	! L	! O	! L	! O	! L	! O	! L	! O	! L	! O	! L	! O
! Nombre de jours après semis														
! 1	! 0	! 0	! 0	! 10	! 4	! 36	! 41	! 26	! 3	! 14	! 2	!	!	!
! 2	! 0	! 0	! 2	! 21	! 17	! 64	! 79	! 61	! 61	! 33	! 50	!	!	!
! 3	! 0	! 8	! 27	! 34	! 35	! 72	! 81	! 73	! 69	! 39	! 60	!	!	!
! 4	! 1	! 12	! 30	! 72	! 64	! 74	! 86	! 77	! 74	! 46	! 61	!	!	!
! 5	! 1	! 14	! 45	! 80	! 71	! 77	! 88	! 80	! 74	! 50	! 61	!	!	!
! 6	! 2	! 15	! 69	! 82	! 75	! 81	! 91	! 82	! 74	! 50	! 61	!	!	!
! 7	! 6	! 19	! 74	! 84	! 78	! 86	! 96	! 83	! 74	! 50	! 61	!	!	!
! 8	! 8	! 24	! 76	! 91	! 81	! 89	! 96	! 84	! 74	! 50	! 61	!	!	!
! 9	! 9	! 29	! 78	! 91	! 83	! 89	! 96	! 87	! 74	! 50	! 61	!	!	!
! 10	! 9	! 29	! 78	! 91	! 83	! 89	! 96	! 87	! 74	! 50	! 61	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!

N.B. : L = lumière
O = obscurité

TABLEAU 30 : *Ziziphus mauritiana* : Pourcentages de germination
aux températures indiquées à la lumière blanche
et à l'obscurité pour 20° C, 25° C, 30° C et 35° C.

Traitement Nombre de jours après semis	15°C		20°C		25°C		28°C		30°C		35°C		40°C
	L	O	L	O	L	O	L	O	L	O	L	O	L
1	0	0	2	2	4		2	3	3	28	27		0
2	0	3	6	63	59		48	68	72	60	64		19
3	1	57	58	72	64		53	71	77	60	70		23
4	20	67	61	77	72		58	79	88	60	73		25
5	38	77	70	79	76		63	83	91	60	73		26
6	44	81	72	79	76		67	88	94	60	73		26
7	61	82	77	79	76		73	90	95	60	73		26
8	69	82	77	79	77		75	90	95	60	73		26
9	70	82	78	79	77		75	90	95	60	73		26
10	70	82	79	79	77		75	90	95	60	73		26

N.B. : L = lumière
O = obscurité

**4.3.2. Résultats de l'influence des variations conjointes
de la température et de la lumière sur la germination**

**TABLEAU 31 : Pourcentages de germination en fonction des variations conjointes
(température et lumière).**

Espèces	Jatropha curcas		Ziziphus mauritiana	
	20°C - 35°C	25°C-35°C	20°C - 35°C	25°C - 35°C
1	0	35	4	18
2	65	71	54	72
3	75	86	64	79
4	76	93	70	81
5	76	94	72	83
6	79	94	72	83
7	79	94	72	83
8	82	94	72	83
9	82	94	72	83
10	82	94	72	83

Remarque : Les basses températures (20 et 25°C) correspondent à la période d'obscurité qui dure 14h/jour ; et 35° C correspond à la période lumineuse qui est de 10 heures/jour.

4.4 Analyse des résultats

4.4.1 Influence de la température sur la germination

4.4.1.1. JATROPHA CURCAS

De l'examen de la figure 10, il ressort que le pourcentage de germination le plus élevé en 10 jours (96 %) est obtenu à 30°C avec déjà 79 % de germination en deux jours, tandis que le pourcentage le plus faible (9 %) est celui de 15° C, température à laquelle la germination a nécessité un temps de latence de 3 jours. D'une manière générale les températures 25, 28, 30, 35 et 40° C ont permis une germination rapide (1 jour après le semis) et élevée par rapport aux basses températures (15 et 20° C), avec toutefois des pourcentages et des vitesses de germination différents. Ces constats, s'ils peuvent nous permettre déjà d'avoir une idée sur le comportement des semences de Jatropha curcas par rapport à la température, ne nous permettent pas de dire si les différences existant entre les différentes températures sont significatives ou non ; ce que l'analyse statistique devrait nous faire savoir. Cette analyse sera faite à partir des nombres de graines germées selon les répétitions. Le choix de ces nombres tient au fait qu'ils sont plus précis que les pourcentages de germination (certains pourcentages étant arrondis).

* Méthode

Après présentation du tableau des données (nombres de graines germées par répétition) avec (\bar{X}, S^2) , on effectue le test de Hartley pour vérifier l'homogénéité des variances. Pour cela on calcule :

$$H_C = \frac{S^2_{\max}}{S^2_{\min}}$$

Cette valeur H_C trouvée est comparée à $H_{th} (0.05) \cdot P, K$ lu sur la table des valeurs critiques du test de Hartley.

Si $H_C < H_{th}$, on en déduit que les variances sont homogènes et on passe à l'analyse de variance proprement dite.

N.B : \bar{X} = moyenne = $\sum \frac{x_i}{n}$

$$S^2 = \sigma^2 = \text{carré de l'écart type} = \text{variance} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

.../...

- $S^2_{\min} = S^2$ minimum
 $S^2_{\max} = S^2$ maximum
 $H_C = H$ calculé
 $H_{th} = H$ théorique lu sur une table
 $P =$ Nombre de variances étudiées
 $K =$ Nombre de répétitions - 1

TABLEAU 32 : Les données de *Jatropha curcas*

Trait. / Rép.	15° C	20° C	25° C	28° C	30° C	35° C	40° C	Σ
1	10	13	50	44	46	32	29	224
2	2	19	43	46	50	38	29	227
3	3	12	45	43	47	38	33	221
4	4	14	44	45	49	40	31	226
	18	58	182	178	192	148	122	898
X	4,5	14,5	45,5	44,5	48	37	30,5	
S ²	13,67	9,67	9,67	3	3,33	12	5,67	

* Test de TUKEY - HARTLEY :

$$H_C = \frac{S^2_{\max}}{S^2_{\min}} = \frac{13,67}{3} = 4,55$$

$$H_{th} (0,05) P, K = 72,9$$

$$H_C < H_{th} \Rightarrow \text{les variances sont homogènes}$$

Puisque les variances sont homogènes, nous pouvons effectuer une analyse de variance.

* Calcul des paramètres

$$n = 4 \times 7 = 28$$

$$\text{Total calculé} = 898$$

.../...

$$C = \frac{(\text{total calculé})^2}{N} = \frac{(898)^2}{28} = 28.800,14$$

$$SCE_{\text{total}} = \sum (x_i)^2 - C = 35.607 - 28.800,14 = 6806,86$$

$$SCE_{\text{rep.}} = \frac{(\sum \text{rep. } i)^2}{\text{Nb. trait.}} - C = 28.803,14 - 28.800,14 = 3$$

$$SCE_{\text{Trait}} = \frac{(\sum \text{trait. } i)^2}{\text{Nb. rép.}} - C = 35.537 - 28.800,14 = 6736,86$$

$$\begin{aligned} SCE_{\text{res.}} &= SCE_{\text{total}} - SCE_{\text{trait.}} - SCE_{\text{rep.}} \\ &= 6806,86 - 6736,86 - 3 = 67 \end{aligned}$$

$$CM_{\text{trait}} = \frac{SCE_{\text{trait}}}{ddl} = \frac{6736,86}{6} = 1122,81$$

$$CM_{\text{rép.}} = \frac{SCE_{\text{rép.}}}{ddl} = \frac{3}{3} = 1$$

$$CM_{\text{res}} = \frac{SCE_{\text{res}}}{ddl} = \frac{67}{18} = 3,72$$

$$FC_{\text{rép.}} = \frac{CM_{\text{rép.}}}{CM_{\text{rés.}}} = \frac{1}{3,72} = 0,26$$

$$FC_{\text{trait}} = \frac{CM_{\text{trait.}}}{CM_{\text{rés.}}} = \frac{1122,81}{3,72} = 301,83$$

N.B n = nombre de répétitions x nombre de traitements

c = terme de centrage

SCE_{total} = somme des carrés des erreurs total

$SCE_{\text{rép}}$ = somme des carrés des erreurs des répétitions

SCE_{trait} = somme des carrés des erreurs des traitements

SCE_{res} = somme des carrés des erreurs résiduelles

CM_{trait} = carré moyen des traitements

$CM_{\text{rép}}$ = carré moyen des répétitions

$CM_{\text{rés}}$ = carré moyen résiduel

$Fc_{\text{rép}}$ = F calculé pour les répétitions

Fc_{trait} = F calculé pour les traitements

ddl = degré de liberté.

TABLEAU 33 : Analyse de variance

source de variation	ddl	SCE	CM	F _C	F _{th} 5 %	T _{th} 1 %
Répétition	3	3	1	0.26	3.16	5.09
Traitement	6	6736,86	1122,81	301,83	2,26	4,01
Résiduelle	18	67	3,72			
Total	27	6806,86				

$F_{C \text{ rép}} < F_{th} (5\%)$ il n'existe pas de différence significative entre les répétitions

$F_{C \text{ trait}} > F_{th} (1\%)$ il existe des différences hautement significatives entre les traitements.

* Test de TUKEY HARTLEY

Comme il existe des différences significatives entre les traitements (températures) nous allons procéder au test de TUKEY-HARTLEY pour voir à quels niveaux se situent ces différences.

$$q_{k, \alpha} (0.05) = q_{7, 18} (0.05) = 4,67$$

$$q_{7, 18} (0.05) \cdot \sqrt{\frac{CM \text{ rés}}{4}} = 4,67 \cdot \sqrt{\frac{3,72}{4}} = 4,5$$

Si $|\bar{x}_1 - \bar{x}_2| > 4,5 \Rightarrow$ il existe une différence significative entre les moyennes de graines comparées.

TABLEAU 34 : Classement des moyennes de graines germées/température

traitements	30°C	25°C	28°C	35°C	40°C	20°C	15°C
X	48	45,5	44,5	37,5	30,5	14,5	4,5

.../...

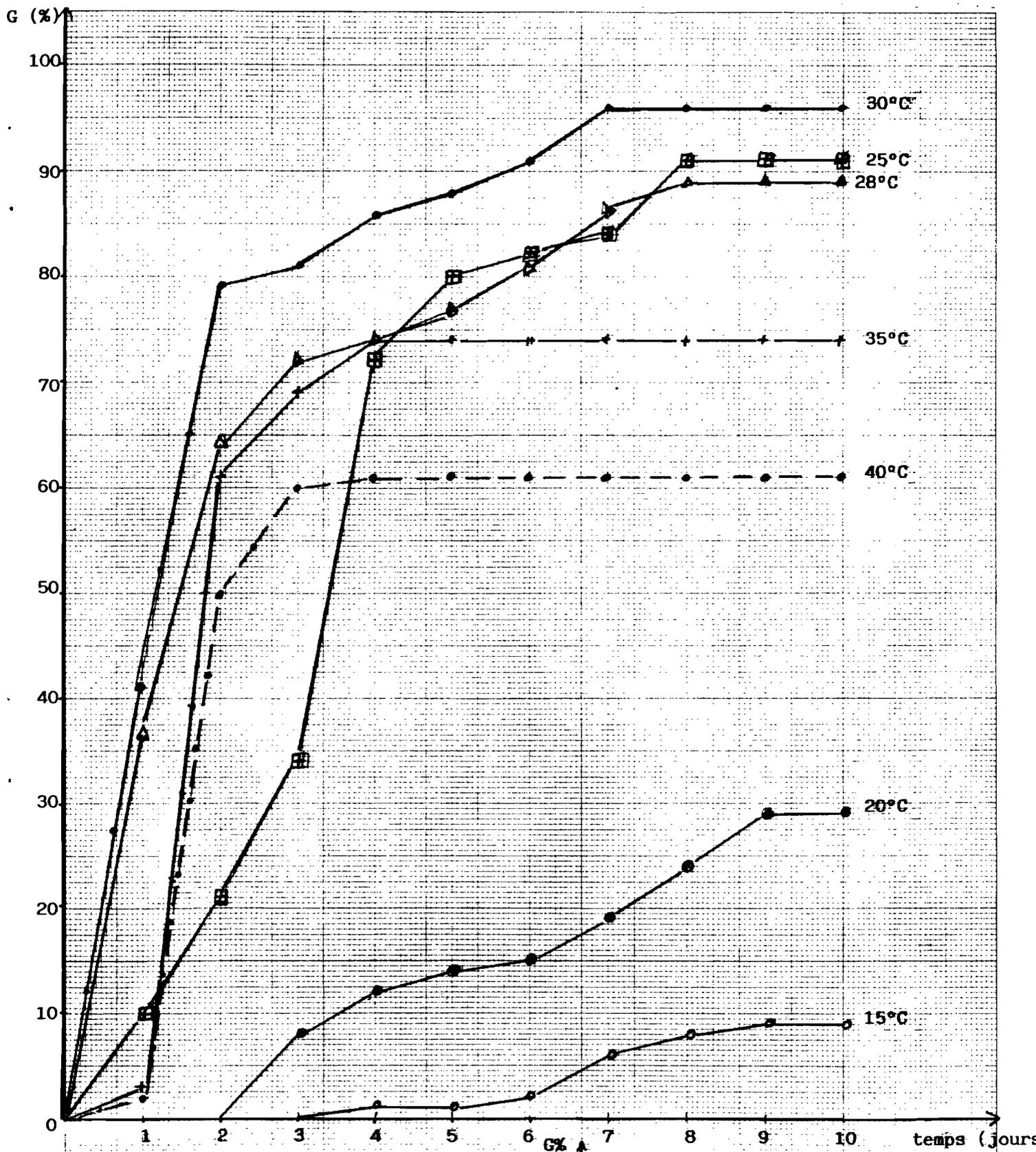
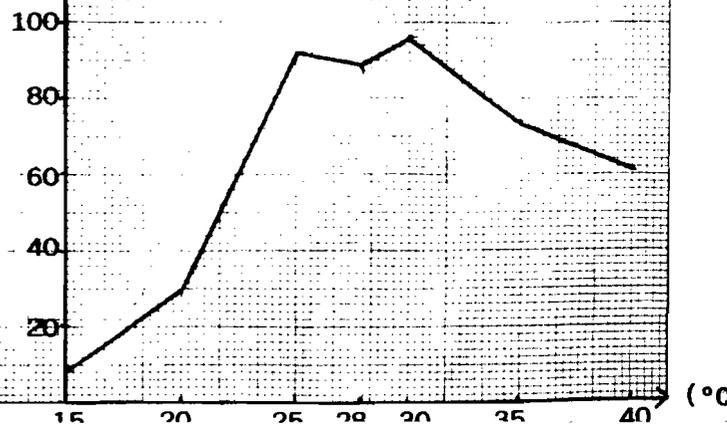


Figure 10 : Courbes de germination à 15, 20, 25, 28, 30, 35, 40°C des graines de *Jatropha curcas*

Figure 11 : % de germination en fonction de la température au bout de 10 jours



De ce classement, il ressort que les différences observées entre certaines températures quant à leurs résultats ne sont pas le fait du hasard, mais que la germination des graines de Jatropha curcas est fonction de la température à laquelle elles sont mises à germer. La meilleure température de germination est 30°C, température qui a permis le pourcentage de germination le plus élevé (96 %). Toutefois il convient de relever que de 25 à 30°C. on obtient une germination satisfaisante d'autant plus qu'il n'y a pas de différences significatives entre les pourcentages de germination à 30, 28 et 25°C. Ces résultats concordent plus ou moins avec ceux de deux études déjà menées au niveau du CNSF (cf. KABORE, 1985 · SACANDE, 1986). Pour ces deux auteurs et par rapport aux espèces étudiées, les températures allant de 20 à 30°C se sont révélées les plus favorables à la germination. De même KAMRA (1967) qui a travaillé sur les semences de Picea abies à différentes températures a relevé dans sa conclusion que le même intervalle avait permis la germination la plus satisfaisante.

Dans notre cas cependant, il convient de souligner que si 30°C a permis le maximum de germination des graines de Jatropha curcas. les basses températures (15 et 20° C) semblent plutôt défavorables à cette germination (respectivement 9 et 29 % de germination en 10 jours). A ces températures. nous avons remarqué une attaque plus prononcée des semences par les champignons. La réaction (négative) de certaines semences aux basses températures serait causée par un éventuel ralentissement de l'activité métabolique de leurs graines plus ou moins imbibées. En effet selon HUBAC (1961), l'absorption de l'eau par les semences est souvent influencée par la température qui, lorsqu'elle augmente, favorise l'imbibition et donc la vitesse de germination. C'est ce qui explique probablement l'allure des courbes de la figure 10 où l'on remarque effectivement que 3 et 4 jours après le semis, il n'y a plus eu de germination à 40 et 35°C. Quant à la faiblesse des pourcentages de germination à ces deux températures par rapport à ceux de l'intervalle 25 - 30°C elle pourrait s'expliquer par le fait que la solubilité de l'oxygène diminue lorsque la température s'élève (COME, 1970). Pour chaque espèce ou groupe d'espèces, il y aurait donc une limite de température à partir de laquelle la quantité d'oxygène atteignant l'embryon peut ne pas être suffisante pour permettre sa germination. Ces quelques raisons que nous venons d'évoquer justifient dans une certaine mesure les résultats auxquels nous avons abouti. Cependant nous ne pouvons être très affirmatif d'autant plus que d'après COME (1970), le rôle de la température dans la germination des semences n'est pas bien élucidé de nos jours.

.../...

4.4.1.2 Ziziphus mauritiana

La figure 12 présente les courbes de germination aux différentes températures : 15°C, 20°C, 25°C, 28°C, 30°C, 35°C et 40°C. Au regard de ces courbes, Ziziphus mauritiana semble être une espèce qui germe bien aux températures allant de 15 à 35°C bien que des différences soient remarquables entre leurs pourcentages de germination. Une analyse de variance nous permettra de savoir l'importance ou non de ces différences.

La figure 13 indique la capacité de germination aux différentes températures en 10 jours. Ainsi le maximum de germination (90 %) est remarquable à 30°C, et le minimum (26 %) à 40°C. Cette même figure nous permet de voir une baisse de la germination à 28°C. Cela pourrait s'expliquer par l'erreur de $\pm 1^\circ\text{C}$ au niveau de l'incubateur, et par les coupures de courant qui sont parfois intervenues au cours de nos essais.

TABLEAU 35 : Les données de Ziziphus mauritiana

Trait.	15°C	20°C	25°C	28°C	30°C	35°C	40°C	
Rép.								
1	36	42	43	40	44	28	12	245
2	34	43	45	43	45	26	15	251
3	39	38	38	35	44	28	13	235
4	33	41	32	32	47	38	12	235
Σ	142	164	155	150	180	120	52	966
\bar{x}	35	41	39,5	37,5	45	30	13	
s^2	7,00	4,67	33,67	24,33	2	29,33	2	

* test de HARTLEY

$$H_C = \frac{33,67}{2} = 16,84 \quad H_{th} (5\%) = 72,9$$

$H_C < H_{th} (5\%)$ les variances sont homogènes

$$C = \frac{(966)^2}{28} = 33327$$

$$SCE_{total} = 36.316 - 33327 = 2989$$

.../...

$$\begin{aligned} \text{SCE}_{\text{rép.}} &= 33353,71 - 33327 = 26,71 \\ \text{SCE}_{\text{Trait}} &= 35772,25 - 33327 = 2445,25 \\ \text{SCE}_{\text{rés.}} &= 2989 - 2445,25 - 26,71 = 517,04 \\ \text{CM}_{\text{trait}} &= \frac{2445,25}{6} = 407,54 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CM}_{\text{rép.}} &= \frac{26,71}{3} = 8,90 & F_{c \text{ rép}} &= \frac{8,90}{28,72} = 0,31 \\ \text{CM}_{\text{rés.}} &= \frac{517,04}{18} = 28,72 & F_{c \text{ trait.}} &= \frac{407,54}{28,72} = 14,19 \end{aligned}$$

TABLEAU 36 : Analyse de variance de Ziziphus mauritiana

Variation	ddl	SCE	CM	F _C	F _{th} 5%	F _{th} 1%
Répétition	3	26,71	8,20	0,31	3,16	5,09
Traitement	6	2445,25	407,54	14,19	2,66	4,01
Résiduelle	18	517,04	28,72			
Total	27	2989				

$F_{C \text{ rép.}} < T_{th} (0,05)$: Il n'existe pas de différence significative entre les répétitions.

$F_{C \text{ Trait.}} > F_{th} (0,01)$: Il existe des différences hautement significatives entre les traitements.

* Test de TUKEY - HARTLEY

$$Q_k, \alpha (0,05) = Q_{7, 18} (0,05) = 4,67$$

$$Q_{7, 18} (0,05) \cdot \sqrt{\frac{\text{CM}_{\text{rés}}}{4}} = 4,67 \cdot \sqrt{\frac{28,72}{4}} = 12,51$$

TABLEAU 37 : Classement des moyennes de graines/température

Traitement	30°C	20°C	25°C	28°C	15°C	35°C	40°C
\bar{X}	45	41	39,5	37,5	35	30	13

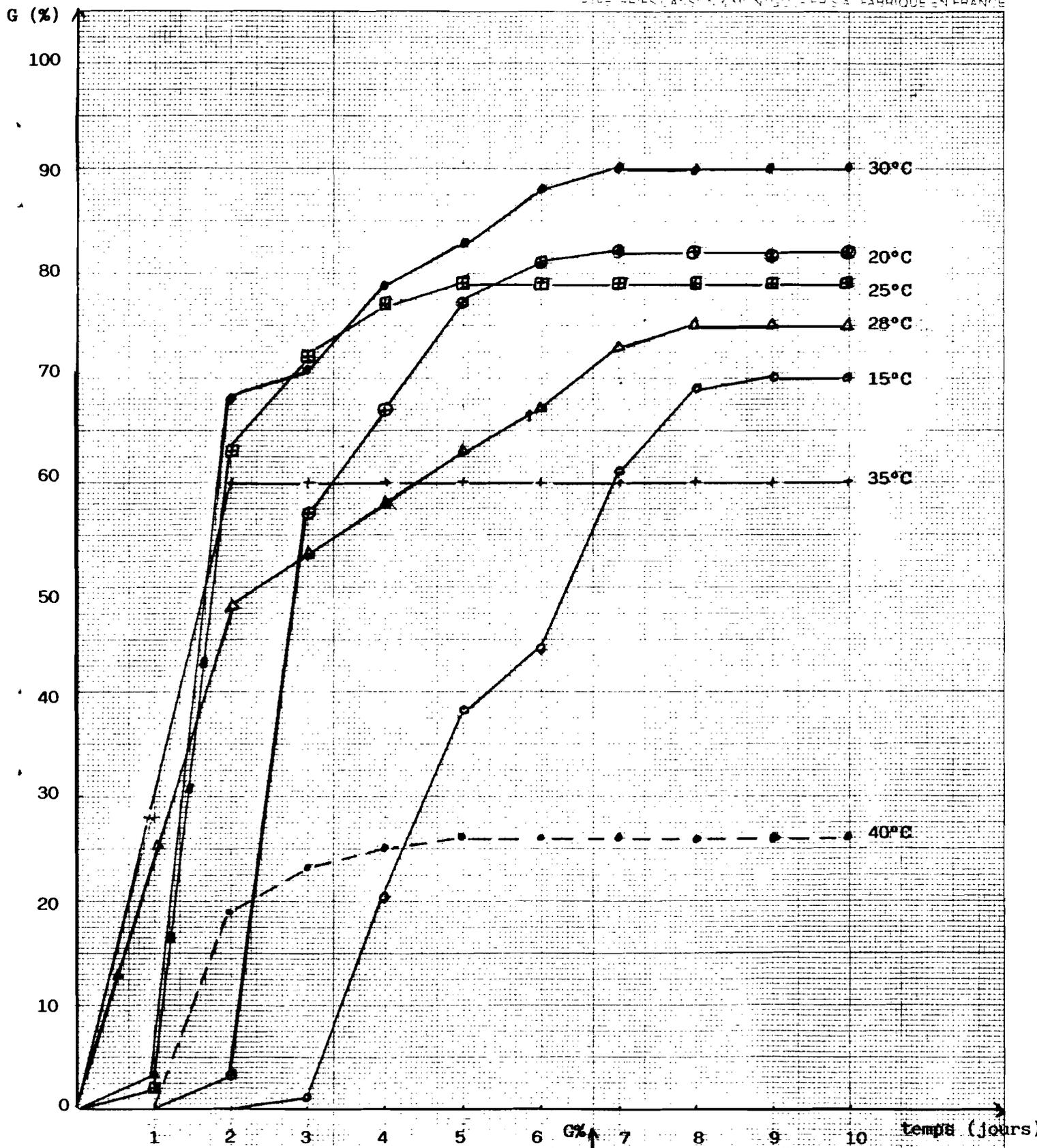
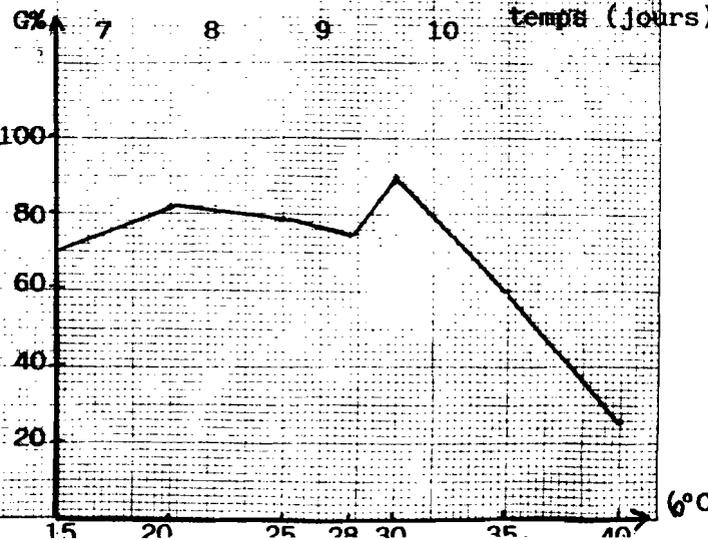


Figure 12 : Courbes de germination à 15, 20, 25, 28, 30, 35, 40°C des graines de *Ziziphus mauritiana*

Figure 13 : % de germination en fonction de la température au bout de 10 jours.



A partir du tableau de classement, nous pouvons remarquer le fait qu'il n'y ait pas de différences significatives entre les températures 30, 28, 25, 20 et 15°C par rapport à leurs moyennes de graines germées. Ces températures permettent une germination satisfaisante des semences de Ziziphus mauritiana avec le maximum de germination à 30°C comme l'indiquent les figures 12 et 13. Pour cette espèce, l'intervalle 20 à 30°C qui serait le plus favorable à la germination (de certaines espèces, voir 4.4.1.1) est donc confirmé. A 35°C, on obtient une germination rapide des semences de Ziziphus mauritiana (germination terminée en deux jours), avec un pourcentage de germination inférieur à ceux de l'intervalle 15 à 30°C. Les raisons du comportement des semences à cette température sont les mêmes que celles évoquées en 4.4.1.1. Ce qui est remarquable à 40°C, température qui a entraîné le pourcentage de germination le plus faible (26 %), c'est le fait que cette germination ait commencé entre le 1^{er} et le 2^e jour, et se soit poursuivie jusqu'au 5^e jour. Pour Ziziphus mauritiana, 40°C est une température qui retarderait donc la germination tout comme à 15°C. La différence entre les deux étant le résultat final plus élevé à 15°C.

4.4.2. Influence de la lumière sur la germination

4.4.2.1. JATROPHA CURCAS

La figure 14 indique les histogrammes des pourcentages de germination à la lumière et à l'obscurité en fonction des températures 20°C, 25°C, 30°C et 35°C. On constate une différence très considérable à 20°C entre les pourcentages de germination à la lumière et à l'obscurité : 29 % de germination en 10 jours pour la lumière contre 78 % pour l'obscurité. A basse température, l'obscurité semble donc plus favorable à la germination des graines de Jatropha curcas. A 25°C et 30°C les différences sont nettement réduites entre lumière et obscurité et les pourcentages de germination sont les plus élevés. A 35°C c'est plutôt l'inverse de l'effet à basse température la lumière domine par rapport à l'obscurité avec 74 % de germination contre 50 %. Une analyse de variance nous permettra de mieux situer ces interactions lumière-température et obscurité- température :

TABLEAU 38 : Les données de Jatropha curcas

Trait.	20°C		25°C		30°C		35°C		Σ
	L	O	L	O	L	O	L	O	
Rép.	L	O	L	O	L	O	L	O	
1	13	41	50	35	46	44	32	20	281
2	19	30	43	44	50	45	38	25	295
3	12	44	45	41	47	42	38	29	298
4	14	41	44	46	49	43	40	25	302
Σ xi	58	156	182	166	192	174	148	100	1176
Σ xi ²	870	6198	8310	6958	9226	7574	5512	2542	
S ²	9,67	38,0	9,67	23	3,33	1,67	12	14	
TOTAL	214		348		366		248		

Total L = 580

Total O = 596

* Test de HARTLEY : $H_C = \frac{38}{1,67} = 22,75 < 83,5 = H_{th}$

$$C = \frac{(\text{Total L} + O)^2}{t} = \frac{(1176)^2}{32} = 43\ 218$$

$$SCE_{total} = \sum_1^{32} xi^2 - C = (13)^2 + (19)^2 + \dots(25)^2 - 43\ 218 = 3\ 972$$

$$SCE_{trait.} = \sum_1^8 \frac{yi^2}{r} - C = \frac{(58)^2 + (156)^2 + \dots + (100)^2}{4} - 43\ 218 = 3\ 638$$

$$SCE_{bloc} = (281)^2 + (295)^2 + \dots + (302)^2 - 43\ 218 = 31,3$$

$$SCE_{rés.} = SCE_{total} - SCE_{trait} - SCE_{blocs}$$

$$= 3\ 971 - 3\ 638 - 31,3 = 302,7$$

$$SCE_A = \sum_1^4 \frac{(O_i)^2}{b \cdot r} - C = \frac{(214)^2 + (348)^2 + \dots + (248)^2}{2 \times 4} - 43\ 218$$

$$= 2\ 077$$

$$SCE_B = \sum_1^2 \frac{(L + 0)^2}{a \times r} - C = \frac{(580)^2 + (596)^2}{4 \times 4} - 43\ 218 = 8$$

$$SCE_{AxB} = SCE_{trait} - (SCE_A + SCE_B) = 3\ 638 - (2\ 077 + 8) = 1\ 553$$

$$F_A = \frac{CMA}{CMR} \quad F_B = \frac{CMB}{CMR} \quad F_A \times B = \frac{CMA \times B}{CMR}$$

TABLEAU 39 : Analyse de variance

! Source de !	! ddl !	! SCE !	! MC !	! FC !	! F _{th} 0,05 !	! F _{th} 0,01 !
! variation !	! !	! !	! !	! !	! !	! !
! Total !	! 32-1=31 !	! 3 972 !	! 128,13 !	! ! !	! ! !	! ! !
! Bloc !	! 4-1 = 3 !	! 31,3 !	! 10,43 !	! 0,72 !	! 3,07 !	! 4,87 !
! Traitement !	! 8-1 = 7 !	! 3 638 !	! 519,71 !	! ! !	! ! !	! ! !
! FacteurA(0°C) !	! 4-1 = 3 !	! 2 077 !	! 692,33 !	! 48,05 !	! 3,07 !	! 4,87 !
! FacteurB !	! ! !	! ! !	! ! !	! ! !	! ! !	! ! !
! (L.O.) !	! 2-1 = 1 !	! 8 !	! 8 !	! 0,05 !	! 4,32 !	! 8,02 !
! Inter. AxB !	! 1x3 = 3 !	! 1 553 !	! 517,67 !	! 35,92 !	! 3,07 !	! 4,87 !
! Résiduelle !	! 31-10 = 21 !	! 302,7 !	! 14,41 !	! ! !	! ! !	! ! !
! ! !	! ! !	! ! !	! ! !	! ! !	! ! !	! ! !

Après examen du tableau d'analyse de variance, nous constatons que pour le facteur A (température), la valeur de F calculé est supérieure aux valeurs théoriques prescrites sur les tables de SNEDECOR pour les coefficients de sécurité 95 % et 99 % . Cela veut dire qu'il existe des différences significatives entre les températures quant à leurs résultats comme l'indique effectivement la figure 14.

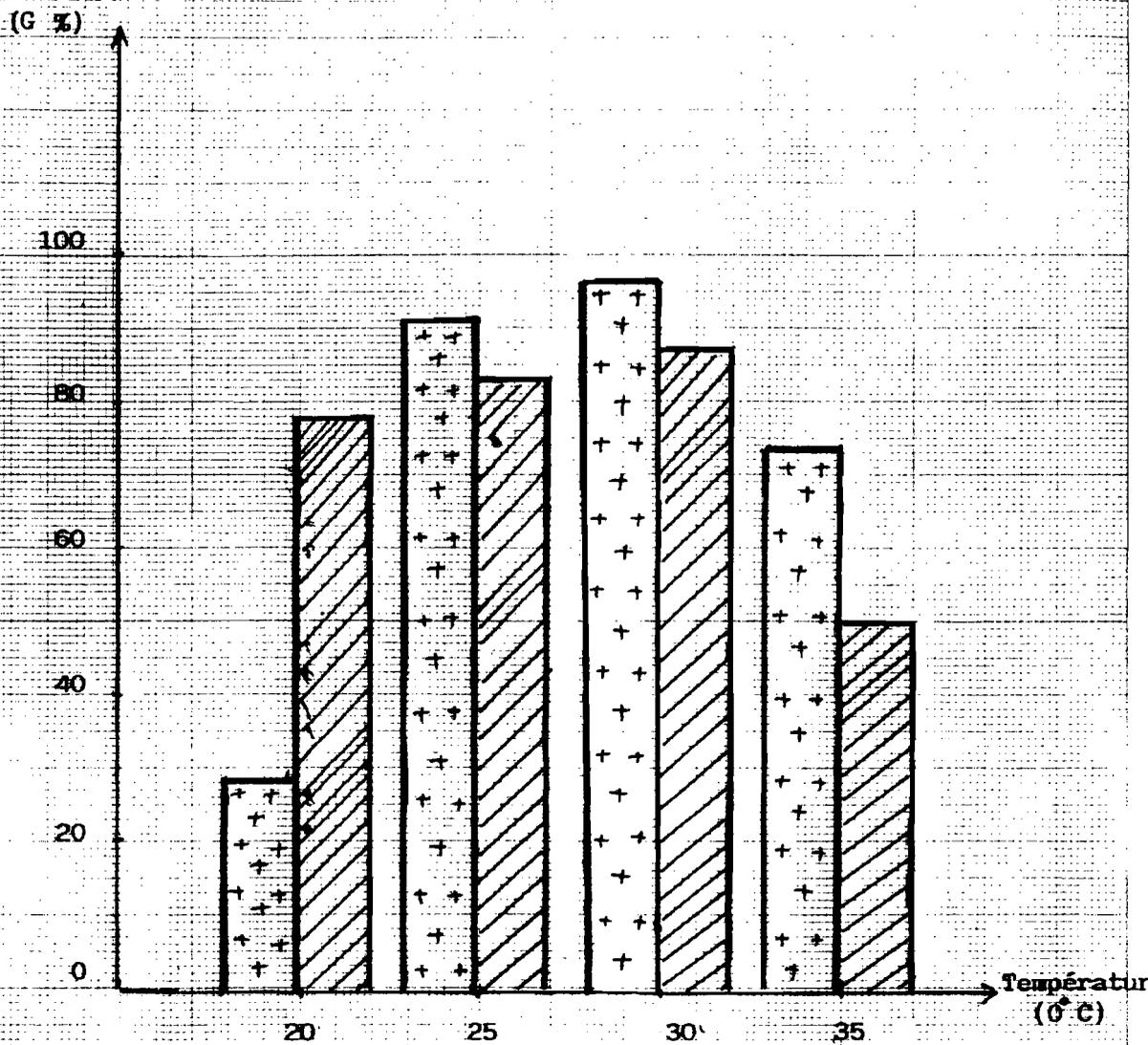


Fig. 14 : Histogrammes des pourcentages de germination à la lumière et à l'obscurité en fonction des températures indiquées.

ESPECES : JATROPHA CURCAS

N.B :  = Lumière
 = Obscurité

Les raisons de ces différences sont probablement les mêmes que celles évoquées dans le cas de l'étude de la température. Pour le facteur B (lumière - obscurité), F_C est inférieur à F_{th} aux deux seuils (95 et 99 %). Il n'y a donc pas de différences significatives entre la lumière et l'obscurité. A 25° et 30°C (températures favorables pour la germination des semences de Jatropha curcas), nous remarquons en effet que la différence entre lumière et obscurité est très minime (figure 14.). A ces deux températures, cette espèce est capable de germer aussi bien à la lumière qu'à l'obscurité de façon satisfaisante. Jatropha curcas n'est donc pas une espèce photosensible.

Au niveau des interactions lumière - température et obscurité température ($F_A \times B$), F_C est supérieur à F_{th} (0,05) et F_{th} (0,01). Il y a donc des interactions entre lumière - température et obscurité-température. En effet comme l'indique la figure 14, à 20°C l'obscurité est plus favorable à la germination des semences de Jatropha curcas que la lumière (78 % de germination à l'obscurité contre 20 % la lumière). A 35°C par contre la lumière est plus indiquée que l'obscurité quant à la germination des mêmes semences (74 % à la lumière et 50 % à l'obscurité). Il apparaît donc clairement que pour les semences de Jatropha curcas, une température relativement basse favorise la germination dans les conditions d'obscurité, et une température relativement élevée dans les conditions de lumière. Cela vient corroborer l'hypothèse de COME (1970) selon laquelle la stimulation de la germination par la lumière se manifesterait surtout à température élevée pour certaines espèces.

4.4.2.2 ZIZIPHUS MAURITIANA

A partir des histogrammes des pourcentages de germination (figure 15), on remarque de très faibles variations entre lumière et obscurité quant à leurs résultats. En fonction des températures cependant, ces variations sont beaucoup plus nettes. Ainsi le maximum de germination aussi bien à la lumière qu'à l'obscurité est obtenu à 30°C, tandis que le minimum pour les deux conditions à 35°C. L'analyse de variance nous situera mieux par rapport à ces variations.

TABLEAU 40 : Les données de Ziziphus mauritiana

! Trait. !	! 20°C !		! 25°C !		! 30°C !		! 35°C !	
	! L !	! O !	! L !	! O !	! L !	! O !	! L !	! O !
! Rép. !	! L !	! O !	! L !	! O !	! L !	! O !	! L !	! O !
! 1 !	! 42 !	! 35 !	! 43 !	! 35 !	! 44 !	! 46 !	! 28 !	! 34 !
! 2 !	! 43 !	! 41 !	! 45 !	! 36 !	! 45 !	! 47 !	! 26 !	! 38 !
! 3 !	! 38 !	! 37 !	! 38 !	! 43 !	! 44 !	! 47 !	! 28 !	! 36 !
! 4 !	! 41 !	! 45 !	! 32 !	! 40 !	! 47 !	! 50 !	! 38 !	! 38 !
! $\sum x_i$!	! 164 !	! 158 !	! 158 !	! 154 !	! 180 !	! 190 !	! 120 !	! 146 !
! $\sum x_i^2$!	! 6738 !	! 6300 !	! 6334 !	! 5970 !	! 8106 !	! 9034 !	! 3 688 !	! 5340 !
! s^2 !	! 4,67 !	! 19,67 !	! 33,67 !	! 13,67 !	! 2 !	! 3 !	! 29,33 !	! 3,67 !
! Total !	! 322 !	! 312 !	! 370 !	! 266 !				

Total L = 622

Total O = 648

* Test de HARTLEY : $\frac{33,67}{2} = 16,84 < 83,5 (H_{th}) \Rightarrow$ variances homogènes

Calcul des paramètres :

$$C = \frac{(1270)^2}{32} = 50\,403,13$$

$$SCE_{Total} = 51\,518 - 50\,403,13 = 1114,87$$

$$SCE_{Trait.} = 51\,189 - 50\,403,13 = 785,87$$

$$SCE_{Blocs} = 50\,446,5 - 50\,403,13 = 43,37$$

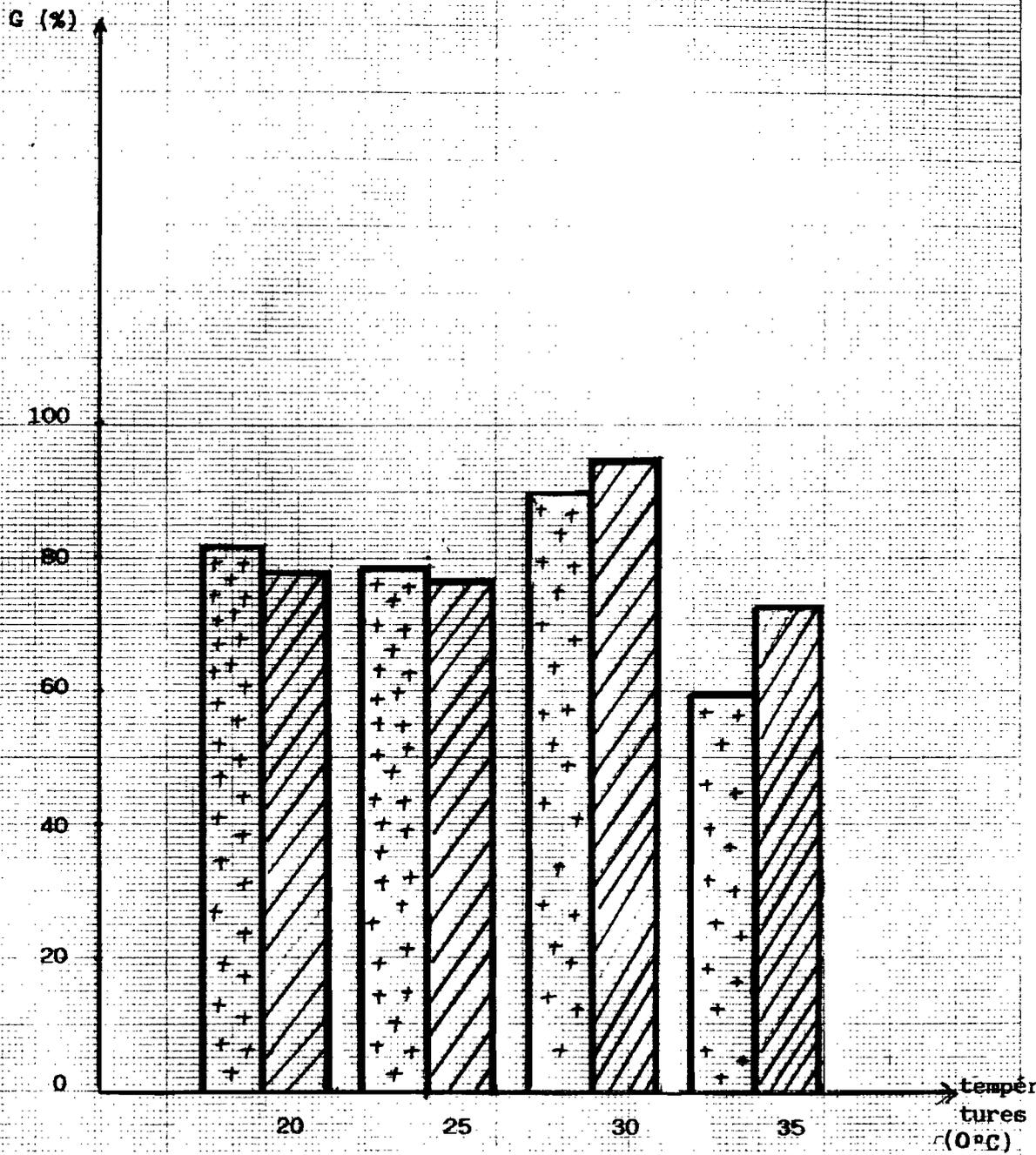


Figure 15 : Histogrammes des pourcentages de germination à la lumière et à l'obscurité en fonction des températures indiquées

ESPECE : Ziziphus mauritiana

 = lumière

 = obscurité

$$SCE_A = 51\ 085,5 - 50\ 403,13 = 682,37$$

$$SCE_B = 50\ 424,25 - 50\ 403,13 = 21,12$$

$$SCE_{A \times B} = 785,87 - (682,37 + 21,12) = 82,38$$

$$SCE_{rés.} = 1114,87 - 785,87 - 43,37 = 285,63$$

TABLEAU 41 : Analyse de variances

Source de variation	ddl	SCE	CM	F_C	$F_{th} 5\%$	$F_{th} 1\%$
Total	31	111,87	35,96			
Traitements	7	787,87	112,27			
Blocs	3	43,37	14,46	1,06	3,07	4,87
Facteur A(0°C)	3	682,37	227,46	16,73	3,07	4,87
Facteur B(L0)	1	21,12	21,12	1,55	4,32	8,02
Inter. AxB	3	82,38	27,46	2,02	3,07	4,87
Résiduelle	21	285,63	13,60			

Du tableau 41, nous remarquons que :

- Pour le facteur A (température), F_C est inférieur à $F_{th} (1\%)$.

Cela signifie qu'il existe des différences hautement significatives entre les différentes températures pour ce qui est de la germination des semences de Ziziphus mauritiana. Cependant de 20 à 30°C la germination est satisfaisante, la meilleure germination étant obtenue à 30°C.

- Pour le facteur B (lumière - obscurité), F_C est inférieur à $F_{th} (0,05)$. Il n'y a donc pas de différences significatives entre lumière et obscurité quant à la germination des semences de Ziziphus mauritiana. L'examen de la figure 15 fait ressortir en effet qu'il n'ya pratiquement pas de différences entre ces deux conditions, tant les pourcentages varient très peu (surtout à 20, 25 et 30°C).

- Pour les interactions lumière - température et obscurité-température, F_C est également inférieur à $F_{th} (0,05)$; ces interactions ne sont donc pas considérables.

De nos résultats, il ressort que Ziziphus mauritiana est une espèce non photosensible qui germe aussi bien dans les conditions de lumière que dans celles de l'obscurité. Cependant à 20 et 25°C, les pourcentages de germination à la lumière sont légèrement supérieurs à ceux de l'obscurité; A partir de 30°C (30°C, 35°C), l'obscurité a donné les meilleurs résultats. En effet nous avons remarqué lors de l'évaluation de nos essais, qu'à basse température (20 et 25°C) le développement des champignons était plus important pour les semences se trouvant dans l'obscurité qu'à la lumière. A température élevée (30 et 35°C) le phénomène inverse a été observé. C'est probablement ce qui explique l'allure de la figure 15.

4.4.3 Influence des variations conjointes de la température et de la lumière sur la germination

Les figures 16 et 17 indiquent les courbes de germination aux conditions alternées (température basse-obscurité, température haute-lumière) de Jatropha curcas et Ziziphus mauritiana. Comme nous pouvons le constater donc l'alternance 25 - 35°C est plus favorable que 20 - 35°C pour les deux espèces : 84 % de germination contre 83 % pour Jatropha curcas et 83 % contre 72 % pour Ziziphus mauritiana; A température constante, le meilleur pourcentage de germination pour Jatropha curcas (96 %) a été obtenu à 30°C. Il n'ya pratiquement pas de différence entre les deux pourcentages (94 % et 96 %). Cela nous permet de dire que pour obtenir une germination satisfaisante des semences de Jatropha curcas, on peut les faire germer : soit à une température constante de 30°C et à la lumière blanche, soit à une température alternée (25° - 35°C) respectivement à l'obscurité et à la lumière. La deuxième possibilité semble plus pratique parce que se rapprochant beaucoup plus des conditions naturelles caractérisées par les variations thermiques diurnes, l'alternance du jour avec la nuit. A propos des conditions alternées de germination, SIMAK et KAMRA (1968) affirment avoir trouvé des pourcentages de germination presque égaux en soumettant les semences de Picea abies à 20° - 30°C et aux températures constantes 20 et 25°C pendant 21 jours. Comme dans le cas de Jatropha curcas, il n'y a pas de différence entre température constante et température alternée pour cette espèce.

Pour Ziziphus mauritiana, l'alternance (25 - 35° C) a permis 83 % de germination alors que cette germination à 30°C à la lumière est de 90 % et 95 % à l'obscurité. Les variations conjointes de températures et de lumière semblent donc moins favorables à la bonne germination de cette espèce.

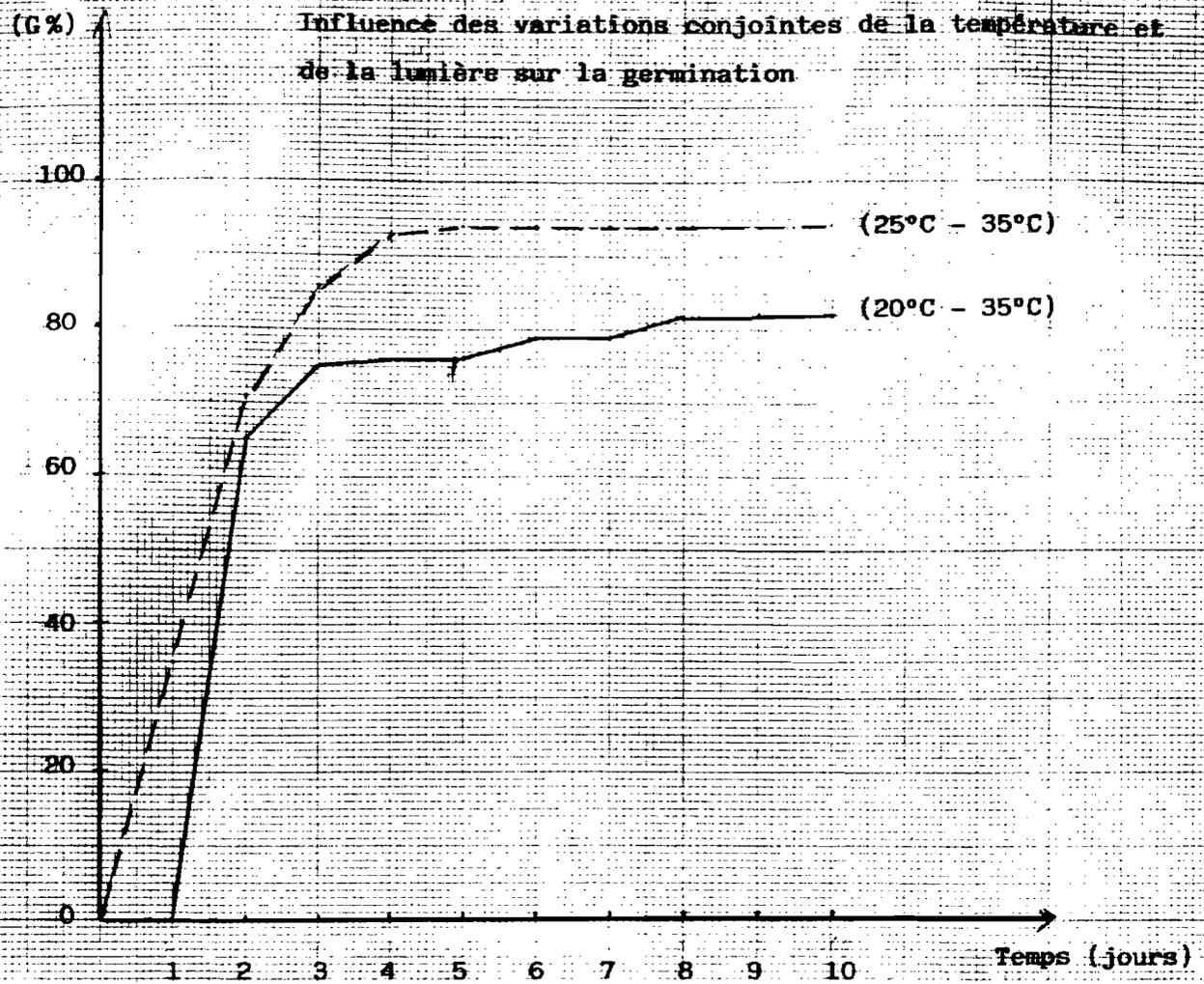


Figure 16 : *Jatropha curcas*

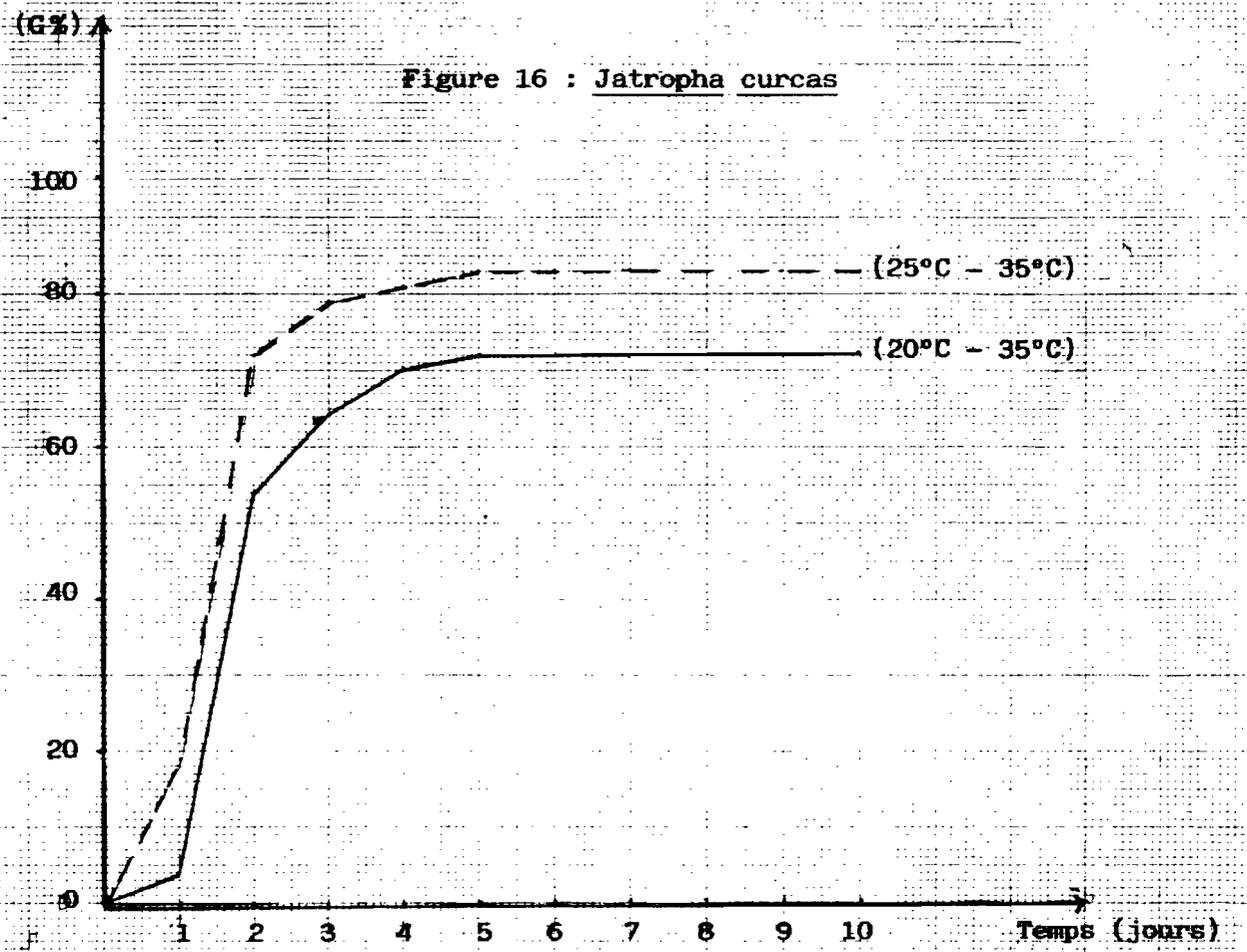


Figure 17 : *Ziziphus mauritiana*

CONCLUSION PARTIELLE

L'étude de l'influence de deux facteurs de germination (température et lumière) nous a permis de connaître les exigences de deux espèces : Jatropha curcas et Ziziphus mauritiana.

- Pour le premier facteur (température) l'intervalle allant de 25 à 30°C s'est révélé favorable à la germination des semences de Jatropha curcas, avec un maximum de germination à 30°C. De 20 à 30°C nous avons obtenu une germination satisfaisante des semences de Ziziphus mauritiana avec également le pourcentage de germination le plus élevé à 30°C.

- Pour ce qui est de l'influence de la lumière sur la germination des semences des deux espèces, elles se sont toutes révélées non photosensibles parce qu'elles germent aussi bien à la lumière comme à l'obscurité. Toutefois il convient de souligner que pour les semences de Jatropha curcas, une basse température (20°C) a permis une germination beaucoup plus satisfaisante à l'obscurité qu'à la lumière, tandis qu'à une température relativement élevée (35°C), c'est la lumière qui a entraîné le meilleur pourcentage de germination.

- Pour l'influence des variations conjointes de la température et de la lumière, l'alternance (25 - 35°C) respectivement à l'obscurité et à la lumière s'est révélée la plus intéressante pour les deux espèces. Cependant si pour Jatropha curcas elle a permis une germination pratiquement identique à celle optimale à température constante, pour Ziziphus mauritiana cette alternance a entraîné une germination en dessous de celle à 30°C.

Nos différents résultats viennent corroborer dans une certaine mesure, ceux d'études antérieures entreprises au niveau du CNSF (KABORE , 1985) et (SACANDE, 1986). Pour ces derniers, les températures allant de 20 à 30°C permettraient une germination satisfaisante des espèces tropicales. En outre SACANDE (1986) affirme que la plupart des espèce étudiées se sont révélées non photosensibles. Pour ce qui est de Jatropha curcas cependant, l'intervalle de germination satisfaisante est quand même assez réduit à des températures relativement élevées (de 25 à 30°C). Cette réduction pourrait s'expliquer par les exigences spécifiques de cette espèce, mais probablement aussi par sa provenance. Cela d'autant plus que KAMRA (1968) affirme avoir constaté des différences notables entre les pourcentages de germination des semences de Picea abies de provenances différentes.

CONCLUSION GENERALE

Pour les semences de certaines espèces, la germination est un processus qui peut parfois durer des jours, des semaines, des mois, voire même des années. Cette situation qui est incompatible avec une bonne production des plants en pépinière, a conduit à la mise au point d'un certain nombre de techniques dont le but est de permettre une germination rapide et homogène : les prétraitements.

La comparaison de 14 types de prétraitements différents nous a permis de connaître les meilleurs pour les trois espèces auxquelles nous sommes intéressés : Acacia senegal, Bauhinia rufescens et Prosopis juliflora. Ainsi pour une germination rapide et homogène, le traitement des graines à l'acide de 1 à 5 mn (Acacia senegal), pendant 5 mn (Bauhinia rufescens), de 1 à 5 mn (Prosopis juliflora) et la scarification mécanique des téguments se sont révélés les plus appropriés. Ces prétraitements qui d'un point de vue scientifique pourraient se qualifier de premier ordre (rapidité et homogénéité de la germination, pourcentage de germination très élevé.) sont suivis de ceux du deuxième ordre (pourcentage de germination satisfaisant, mais germination étalée dans le temps). Il s'agit de l'ébouillantage des graines suivi d'un trempage dans l'eau pendant 24 H (Acacia senegal et Bauhinia rufescens), 48 h (Prosopis juliflora). La cuisson des graines pendant 1 à 5 mn suivi d'un trempage dans l'eau pendant 24 h qui s'est révélée intéressante pour la germination des semences de Prosopis juliflora, fait également partie de ce groupe. Toutefois les inconvénients relevant de chacun de ces prétraitements nous ont fait prendre conscience de la difficulté que peut avoir le producteur de plants quant au prétraitement à appliquer. En effet le prétraitement à l'acide, outre les moyens financiers qu'il exige, nécessite des connaissances tant théoriques que pratiques pour son application. Ces connaissances si elles ne sont pas acquises, peuvent au lieu d'améliorer le pouvoir germinatif des semences, conduire à la perte de leur viabilité. Quant à la scarification mécanique, si elle est applicable à de petites quantités de semences (comme les essais en laboratoire), n'est pas appropriée pour une production des plants en pépinière. Ce qui nous permet de comprendre que le choix d'un prétraitement peut dépendre de la quantité des plants à produire.

L'inconvénient majeur des prétraitements de deuxième ordre qui sont nettement plus économiques est le fait qu'ils ne permettent pas une germination rapide, du moins pas pour la plupart des espèces.

C'est compte tenu de tous ces inconvénients et particulièrement de ceux du prétraitement à l'acide, que nous souhaitons vivement au service de physiologie du CNSF, de poursuivre ses recherches quant au prétraitement à l'acide et au séchage des graines avant leur mise à la disposition des utilisateurs. Une telle initiative, si elle aboutissait, éviterait les difficultés liées à ce prétraitement par les utilisateurs non avertis, et permettrait ainsi une meilleure production des plants en pépinière. Des différences de capacités de germination parfois assez notables pouvant exister entre les semences de provenances différentes d'une même espèce (KAMRA, 1968), il est souhaitable que les essais de prétraitement se fassent en même temps sur plusieurs lots différents d'une même espèce. Cela permettra de distinguer les meilleurs peuplements des non et de faire la récolte des graines en conséquence.

L'étude de l'influence de deux facteurs majeurs de la germination (température et lumière) a permis de connaître les limites favorables de ces facteurs à la germination de deux espèces : Jatropha curcas et Ziziphus mauritiana. Toutes non photosensibles, ces deux espèces germent de façon satisfaisante entre 25 et 30°C pour le premier, et entre 20 et 30°C pour le second. Il serait également souhaitable que dans l'avenir de tels essais soient menés sur des semences de provenances différentes par espèce. Cela est d'autant plus important que MURIGI (1987) a relevé que la provenance (altitude, latitude...), la taille et le poids des graines sont autant de facteurs pouvant jouer sur leur germination.

B I B L I O G R A P H I E

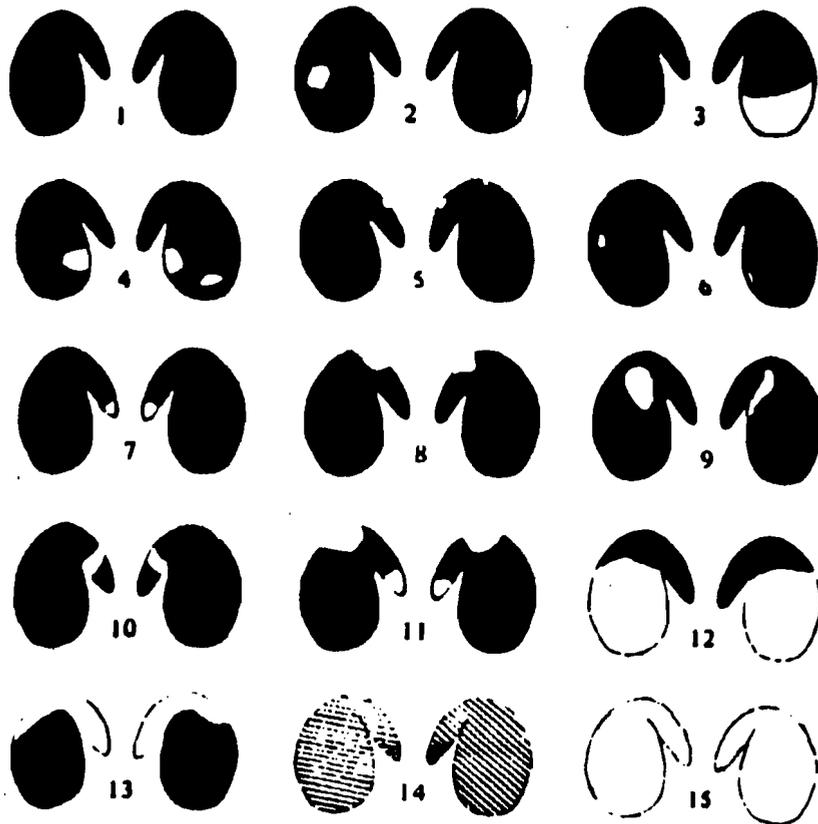
- AUBREVILLE (A), 1950 "Flore forestière Soudano-Sahélienne A.O.F.
Cameroun A.E.
Société d'Editions géographiques, maritimes et
coloniales - Paris.
- BELLEFONTAINE (R), 1985 "Création d'un centre de graines au Burkina Faso-
Programmes - Difficultés et Réalisations"
Rapport final - MET, CTFT - 117 pages.
- C.N.S.F, 1985 "Etude de factibilité - Deuxième phase"
Ministère de l'Environnement et du Tourisme.
- C.N.S.F, 1987 "Semences - Forêts et Développement"
Bulletin semestriel de liaison - 50 pages.
- COME (D.), 1970 "Les obstacles à la germination"
Masson et Cie - Paris - 160 pages.
- COPELAND (O), 1976 "Principales of seed science and technology"
Minneapolis, Minnesota - Burgess publishing
company - pp 55 - 148.
- D.A.O (B), 1984 "Etude de la germination des noix de Cajou"
Mémoire de fin d'études - ISP Université de
Ouagadougou.
- F.A.O, 1985 "Amélioration génétique des arbres forestiers"
Collection Etude FAO - Forêt n° 20 pp 72 - 75
- GAMENE (C.S), 1987 "Contribution à la maîtrise des méthodes simples de
prétraitement et de conservation des semences de
quelques espèces ligneuses récoltées au Burkina
Faso.
Mémoire de fin d'Etudes, IDR - Université de
Ouagadougou
- GRABE (D.F), 1970 "Tétrazolium handbook for agricultural seeds".
Prepared by the tetrazolium Comité of the
Association of official seed Analysts.

- GRAIS (B), 1984 "Méthodes statistiques"
collection Dunod, Edit. Bordas, Paris pp 172 - 180
- HIEN (F) et ZIGANI 1986 "La haie-vive : un modèle d'intégration de l'arbre"
au système d'exploitation agricole et pastorale
Bilan de trois années de recherches (1983-1986-MET-
pp 22-35.
- I.S.T.A, 1977 "Amendements aux règles apportés à Madrid en 1977"
- I.S.T.A, 1980 "Amendements aux règles apportés à Vienne en 1980".
- KABORE (A.), 1985 "Etude de la germination de quelques espèces fourragères
ligneuses et herbacées : influence de la lumière et de la
température, de l'eau et des enveloppes des graines".
Mémoire de fin d'études -ISP- Université de Ouagadougou.
- LITTLE (T.M) et HILLS (F.J), 1978
"Agricultural experimentation- désign and Analysis"
John Wiley et Sons-INC-New-York
- MAYER (A.M) et POLJADOFF-MAYBER (A) 1982.
"Germination of seeds"
Pergamon Press ed-New-York- 3^e edition - 211 pages.
- MURUGI (K.E), 1987 "Effects of presowing treatments on seed germination of
four important tree species in kinya "11 pages.
- OZENDA (P), CHAMPANAT (R), BAILLAUD (L), 1972
"Biologie végétale III croissance-morphogénèse-reproduction"
pp 194 - 205
Masson et Cie. Editeurs.
- SACANDE (M), 1986 "Influence de la température et de la lumière sur la
germination des semences de dix (10) espèces ligneuses
récoltées au Burkina-Faso.
- Détermination de leur viabilité par le test au tétrazolium
chloride (T.T.C)".
Mémoire de fin d'études - IDR - Université de Ouagadougou.
- SAWADOGO (O), 1985 " Etude comparative de la germination en laboratoire et en
pépinière"
Rapport de stage de fin de 3^e année F.L.
I.D.R Université de Ouagadougou.

- SIMAK (M) et KAMRA (S.K.), 1970 "Germination studies on norway spruce (Picea abies) seed of différent provenances under alternating and constant températures" pp 383 - 391.
- SOME (L.M.) et SARY (H), 1987, " Comment choisir les prétraitements à appliquer aux semences forestières" Séminaire national sur les semences forestières, 22-24 Octobre 1987 Ouagadougou (C.N.S.F).
- VON MAYDELL (H.J.), 1983 "Arbres et arbustes du sahel : leurs caractéristiques et leurs utilisations" Office Allemand de la coopération Technique (G.T.Z) n° 147.

A N N E X E S

ANNEXE I : PLANCHE D'EVALUATION DU T.T.C.



N°	1	:	viable	-	Graine complètement colorée. (rouge indiqué par du noir)
N°s	2 - 4	:	"	-	De petites parties non colorées sur les cotylédons (opposé à la radicule).
N°	5	:	"	-	De petites parties non colorées sur la portion supérieure de la radicule.
N°	6	:	"	-	Des parties non colorées sur l'extrémité supérieure autre qu'à la jonction axe-cotylédons (petit bout de la radicule + quelques points incolores sur les cotylédons).
N°	7	:	non viable	-	Plus de la ½ de l'extrémité de la radicule non colorée.
N°	8	:	non viable	-	partie non colorée à la jonction des cotylédons et de l'axe radiculaire.
N°	9	:	"	-	partie non colorée à côté du point d'attachement des cotylédons et de l'axe radiculaire sur la position où la plumule se développe.
N°	10	:	"	-	L'axe radicule-tigelle est traversé par portion non colorée.
N°	11	:	"	-	Des parties non colorées sur l'axe radicule-tigelle et au point d'attachement des cotylédons à l'axe.
N°	12	:	"	-	Plus de la ½ des cotylédons non colorée.
N°	13	:	"	-	L'axe radicule-tigelle non coloré.
N°	14	:	"	-	Graine de mauvaise coloration rouge grisâtre, rouge orange ou coloration rouge transparent (graines immatures, flasque)
N°	15	:	"	-	Graine complètement non colorée.

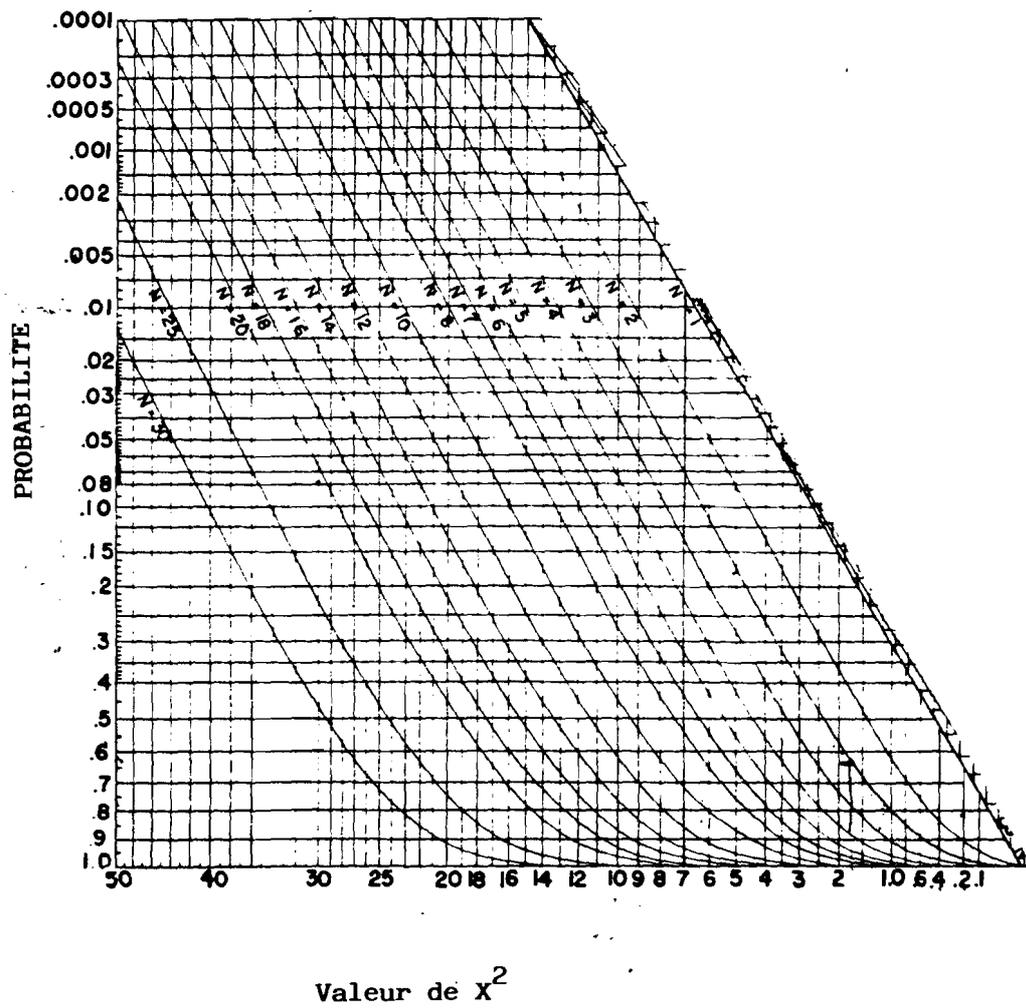
(Planche tirée de : "Contribution à la maîtrise des méthodes simples de prétraitement et de conservation des semences de quelques espèces ligneuses récoltées au Burkina - Faso "GAMENE Christiane Sylvie, 1987.

ANNEXE II : GRAPHIQUE DE χ^2 (CHI II)

(Tiré de "Overzicht Van de genetica")

J.F. Crow.

Nombre de degrés de liberté = N



ANNEXE IV

PRETRAITEMENTS CONSEILLES PAR ESPECES OU GROUPE D'ESPECES

(Tiré de "semences - forêt et développement).

C.N.S.F. 1987

E S P E C E S	P R E T R A I T E M E N T S
Acacia albida	TA 5 mn + TE 24 h Eb + TE 48 h
Acacia gourmaensis Acacia dudgeoni	TA 3 mn + TE 24 h
Acacia nilotica variété adansonii Acacia nilotica variété tomentosa	TA 30 mn + TE 24 h TA 30 mn + TE 24 h
Acacia senegal Acacia macrostachya	Eb + TE 24 h TA 3 mn + TE 24 h
Acacia seyal	Eb + TE 24 h TA 3 mn + TE 24 h
Acacia sieberiana	TA 5 mn + TE 24 h
Adansonia digitata	TA 60 mn + TE 24 h
Afzelia africana	TA 10 mn + TE 24 h
Albizia lebbeck	TE 24 h TA 5mn
Anacardium occidentale	TE 24 h : Scarification + TE 24 h
Azadirachta indica	TE 24 h néant
Balanites aegyptiaca	TE 72 h néant
Bauhinia rufescens	Eb + TE 24 h TA 5 mn + TE 24 h
Cassia siamea	Eb + TE 24 h néant
Cassia sieberiana	TA 5 mn + TE 24 h
Ceiba pentandra	Eb + TE 24 h
Combretum aculeatum	TE 24 h néant
Dalbergia sissoo Daniellia oliveri	TE 24 h néant

Suite

<i>Delonix regia</i>	Eb + TE 24 h TA 30 mn + TE h
<i>Detarium microcarpum</i>	TA 30 mn + TE 24 h
<i>Dichrostachys glomerata</i>	TA 15 mn + TE 24 h
<i>Diospyros mespiliformis</i>	TA 10 mn + TE 24 h
<i>Eucalyptus spp</i>	néant
<i>Entada africana</i>	TE 24 h : Eb + TE 24 h
<i>Erythrina senegalensis</i>	TA 5 mn + TE 24 h
<i>Gmelina arborea</i>	TE 48 h, TA 5 mn TE 24 h
<i>Jatropha curcas</i>	néant TE 24 h
<i>Klaya senegalensis</i>	TE 48 h néant
<i>Lannea acida</i>	TA 1 mn + TE 24 h
<i>Lannea miorocarpa</i>	TE 24 h TA 1 mn + TE 24 h
<i>Leucaena leucocephola</i>	Eb + TE 24 h TA 5 mn + TE 24 h
<i>Moringa oleifera</i>	Néant TE 24 h
<i>Parkia biglobosa</i>	TA 10 mn + TE 24 h
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Eb + TE 24 h
<i>Prosopis juliflora</i>	Eb + TE 48 h TA 5 mn + TE 24 h
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Néant TE 24 h
<i>Tamarindus indica</i>	Eb + TE 24 h TA 10 mn + TE 24 h
<i>Ziziphus mauritiana</i>	TA 30 mn + TE 24 h Scarification + TE 24 h

Les prétraitements conseillés sont indiqués sur des étiquettes jaunes qui accompagnent chaque fois les lots de semences diffusées.