



Étude de la germination de *Moringa oleifera* LAM

Marie-Luce Akossiwoa QUASHIE* et Yawa A. TCHEZOOM

*Laboratoire de Physiologie et Biotechnologies végétales, Faculté des Sciences,
Université de Lomé, B.P. 1515 Lomé, Togo.*

* Correspondance, courriel : aquashie@tg.refer.org

Résumé

La première étape de la micropropagation consistant à établir la culture permet de partir d'explants jeunes ou de germination *in vitro*. Dans cette perspective, des graines de *Moringa oleifera* de l'écotype nigérien, ont été semées *in vitro* et en serre pour étudier leur germination suivant deux conditions : la décortication et l'influence de la lumière. L'amélioration de la germination révèle que la décortication est indispensable pour éviter les contaminations et les inhibitions tégumentaires. *In vitro* ou en serre, la présence de la lumière raccourcit le temps de germination tout en réduisant de 10 à 20%, les taux cumulés de germination. Le résultat original est celui observé lorsque la germination s'effectue à l'obscurité. Les taux cumulés de germination dans les deux conditions sont significativement plus élevés en deux périodes séparées par une interruption de 3 à 5 jours.

Mots-clés : *Moringa oleifera* Lam, germination, décortication, influence de la lumière.

Abstract

Study of the germination of *Moringa oleifera* LAM

The first stage of the micropropagation consisting in establishing the culture makes it possible to start from young explants or *in vitro* germination. From this point of view, seeds of *Moringa will oleifera* of the ecotype of Niger, were sown *in vitro* and tightens some to study their germination according to two conditions: the hulling and the influence of the light. The improvement of germination reveals that the hulling is essential to avoid the tegumentary contaminations and inhibitions. *In vitro* or tightens some, the presence of the light shortens the time of germination while reducing from 10 to 20%,

the cumulated rates of germination. The original result is the one observed when the germination is carried out with the darkness. The cumulated rates of germination under the two conditions are significantly higher in two periods separated by an interruption from 3 to 5 days.

Keywords : *Moringa will oleifera Lam, germination, hulling, influence of the light.*

1. Introduction

Moringa oleifera Lam. (1785) [syn.: *Guilandina moringa* LAM.; *Hyperanthera moringa* WILLD.; *Moringa nux-ben* PERR.; *Moringa pterygosperma* GAERTN., 1791] [1], arbre à croissance rapide, est largement répandu dans la zone tropicale et subtropicale notamment en Asie, au Moyen Orient, en Afrique, en Amérique latine et même dans le sud de la France [2-5]. S'il est cultivé souvent en monoculture de façon intensive dans les champs, ou en association avec d'autres espèces végétales comme le maïs et le sorgho, on le retrouve également fréquemment dans les jardins de case [6-9]. *Moringa oleifera* Lam. est un petit arbre dont les multiples vertus sont connues des populations, il est donc très utilisé et tous les organes de l'arbre le sont, aussi bien pour la nutrition humaine que pour la pharmacopée traditionnelle mais aussi pour l'environnement et la médecine [10-14]. Plus particulièrement, les graines de *Moringa* contiennent une protéine polyélectrique cationique dont l'efficacité est démontrée comme flocculant biodégradable dans le traitement des eaux [15-19]. L'huile extraite des graines riche en acide oléique, appelée huile de Ben, est utilisée en cuisine mais aussi en industrie cosmétique et lubrifiante [20, 21]. Les graines très sollicitées sont aussi le plus souvent utilisées pour la production intensive, le semis est aujourd'hui la voie de propagation la mieux adaptée pour une plantation à moyenne et grande échelle compte tenu des contraintes liées aux boutures [22, 23]. Les variétés de *Moringa oleifera* Lam. sont adaptées aux zones écologiques où on les retrouve et sont donc utilisées préférentiellement pour les cultures qui s'opèrent par semis ou par boutures, les écotypes de *Moringa oleifera* Lam. diffèrent par des variations dans le poids des cotylédons, la taille des graines, l'apparence, la qualité et le poids des gousses [24]. Au Togo, des études menées sur *Moringa oleifera* aussi bien *in vitro* qu'*in vivo* ont mené à l'utilisation préférentielle des graines de l'écotype nigérien pour une production industrielle des feuilles [25, 26]. Les difficultés de conservation des semences, qui perdent rapidement leur pouvoir germinatif, mais aussi celles inhérentes au processus de germination nous ont amené à faire une étude plus poussée des conditions de germination de ces semences. Les possibilités de vitroculture de *Moringa oleifera* ont complété l'étude qui s'est faite *in vitro*.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel végétal

Les graines utilisées dans le cadre de ces recherches sont de l'écotype nigérien, récoltées depuis moins de 12 mois chez les producteurs notamment l'Association et Promotion des Planteurs d'Essences Forestières (APPEF-TOGO).

2.2. Méthodes

2.2.1. Etude des conditions de germination

Deux conditions de germination ont été étudiées pour améliorer la germination : l'influence de la décortication des graines ainsi que l'influence de la lumière sur le taux de germination.

2.2.2. Etude des conditions de germination in vitro

L'amélioration de la germination *in vitro* a été étudiée en grandes boîtes de Pétri (14 × 14 cm²). Le protocole de stérilisation s'effectue sous hotte à flux laminaire et commence par un trempage des graines décortiquées ou non avec agitation dans une solution diluée à 80 % (vol/vol) de Bétadine durant 5 minutes, après élimination de la Bétadine, elles sont ensuite plongées dans une solution d'hypochlorite de sodium à 80 % (vol/vol) durant 5 minutes également. Enfin, elles sont rincées au minimum quatre fois à l'eau désionisée stérile. Les graines désinfectées sont mises en attente dans la dernière eau de rinçage. Elles sont ensuite mises à germer soit à l'obscurité, soit à la lumière (photopériode de 16 h de lumière d'intensité 120µE. m².s⁻¹) sur du papier stérile imbibé de 5 mL d'eau distillée stérile. 10 graines sont placées par boîte et 5 répétitions ont été effectuées. Pour réaliser les conditions d'obscurité, les boîtes de Pétri sont placées en chambres de culture non éclairées.

2.2.3. Etude des conditions de germination en serre

L'amélioration de la germination en serre a été étudiée en grandes boîtes de Pétri (14 × 14 cm²). Les graines sont lavées puis décortiquées ou non avant d'être désinfectées à l'eau de Javel 10% (vol/vol), puis mises à germer soit à l'obscurité, soit à la lumière (photopériode de 16 h de lumière d'intensité 120µE. m².s⁻¹) sur du papier stérile imbibé de 5 mL d'eau désionisée stérile. 10 graines sont placées par boîte et 5 répétitions ont été effectuées. Pour réaliser les conditions d'obscurité, les boîtes de Pétri sont placées sur des paillasses non éclairées.

Le taux de germination, le temps moyen de germination et le taux journalier de germination sont évalués.

3. Résultats

3.1. Etude de la germination *in vitro*

3.1.1. Influence de la décortication

Le semis des graines non décortiquées à la lumière ou à l'obscurité *in vitro* ne permet pas la germination mais donne à contrario un taux maximal de contamination de 100 %. On observe un développement rapide, entre 2 et 5 jours, et important de microorganismes sur les graines lorsqu'elles sont mises à germer après désinfection mais sans décortication. Lorsque les graines sont décortiquées, elles commencent à germer à partir du jour 4 et le processus de germination s'étale jusqu'au 12^{ème} jour. Le taux de germination obtenu est important, il est de 90 %. Le taux de contamination est faible de l'ordre 10 % (*Figure 1*).

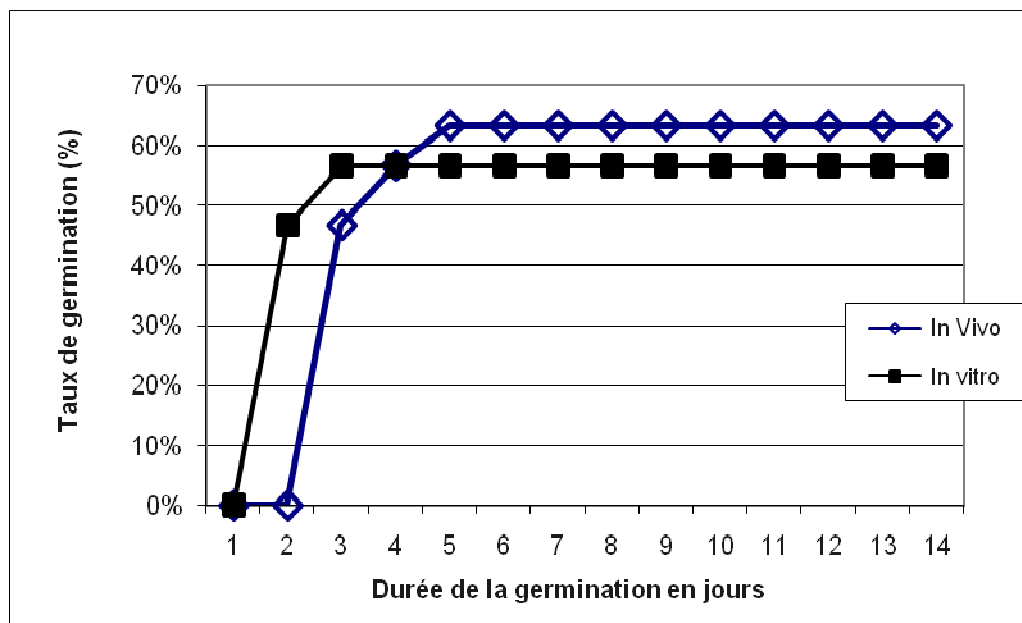


Figure 1 : Evolution des taux cumulés de germination à la lumière *in vitro* et en serre des graines décortiquées de *Moringa oleifera*

La décortication est indispensable pour obtenir la germination *in vitro* des graines; le processus de germination *in vitro* suppose un protocole de désinfection ou plutôt d'aseptisation permettant l'élimination de tous les microorganismes. Pour arriver à ce résultat, l'enlèvement des enveloppes externes des graines de *Moringa oleifera* semble non seulement nécessaire mais indispensable.

3.1.2. Influence de la lumière

Les résultats obtenus montrent une différence significative de comportement des graines lorsqu'elles sont mises à germer à l'obscurité ou à la lumière. En effet en présence de lumière, les graines de *Moringa* germent à un taux moyen de 57% (**Figure 1**) en deux jours (entre le jour 2 et le jour 4). A l'obscurité, on observe une germination étagée en deux paliers débutant dès le jour 2 comme à la lumière, un premier palier est atteint au jour 5 avec déjà 57% de graines germées. La germination s'arrête à partir du onzième jour après le début de l'expérience. Le nombre de graines germées par jour est de 3,33 % entre le jour 7 (premier palier) et le jour 10. Un second pic de 10 % de graines germées remonte le taux journalier avant l'arrêt définitif de la germination. Ce deuxième palier obtenu à l'obscurité, élève le taux de germination qui est alors de 77% au jour 12.

La vitesse de germination nous renseigne davantage sur la manière dont se déroule cette germination. Que ce soit à l'obscurité ou à la lumière, c'est en deux jours (entre les jours 2 et 4) que le nombre de graines germées est le plus important. A l'obscurité, on retrouve ensuite et c'est le résultat original, un second pic entre le jour 10 et le jour 12, ce qui signifie un second lot de graines qui germent au bout de 10 jours d'expérimentation avec les mêmes caractéristiques que celles du premier lot. 50% des graines décortiquées à l'obscurité germent en moyenne en $3,62 \pm 2,64$ jours, temps moyen comparable à celui obtenu pour les graines mises à germer à la lumière dont le temps moyen est de $2,8 \pm 1,18$ jours.

Le taux de germination des graines décortiquées et semées en présence ou en absence de lumière est très important dès les quatre premiers jours. Ensuite, la germination recommence à l'obscurité après un temps de latence manifeste de 2 à 3 jours. Ce laps de temps permet d'obtenir une nouvelle phase de germination et donc de maximiser le pourcentage de germination.

3.2. Etude de la germination en serre

3.2.1. Influence de la décortication

Dans l'expérimentation menée en conditions de serre, les graines non décortiquées semées à la lumière ne germent pas. Ces mêmes graines semées à l'obscurité ont un

taux de germination ne dépassant pas 20 % après dix (10) jours de semis. Dans les deux conditions d'expérience, elles sont toutes contaminées à la fin de l'expérimentation (15 jours).

Les graines décortiquées germent dans les deux conditions et elles atteignent un taux important de germination de 80 % aux environs de 5 jours après le semis (**Figure 2**). On remarque aussi que les contaminations sont dix (10) fois plus faibles que dans le cas des graines non décortiquées. La présence de téguments ne favorise pas la germination des graines de l'écotype nigérien de *Moringa oleifera* Lam. en serre comme c'est le cas *in vitro*.

3.2.2. Influence de la lumière

Les taux journaliers montrent qu'à l'obscurité, on retrouve les deux paliers avec une germination s'étalant sur 12 jours comme c'est le cas *in vitro* (**Figure 2**). On remarque ici aussi, que du jour 2 au jour 4, dans les deux conditions (en présence et en absence de lumière), plus de 50% des graines décortiquées germent; 56,67 % à la lumière et 53,33 % à l'obscurité. Au jour 5, la germination à la lumière s'arrête avec un taux maximal de 63%. A la lumière où le temps moyen de germination est de $3,63 \pm 4,24$ jours, le taux maximal de germination est de 63,33 % en cinq (5) jours en moyenne.

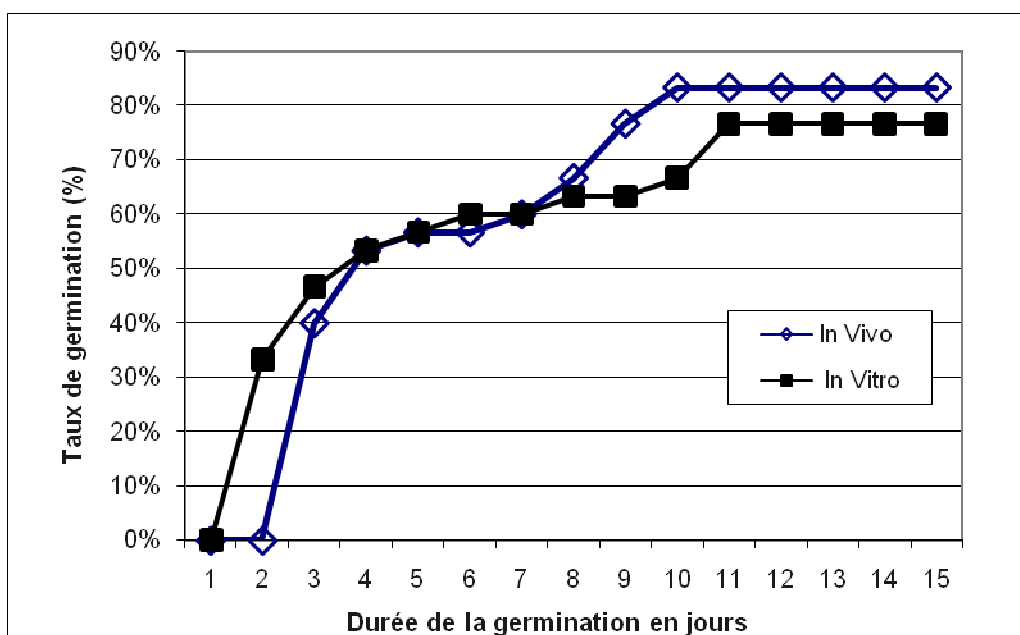


Figure 2 : Evolution des taux cumulés de germination à l'obscurité *in vitro* et en serre des graines décortiquées de *Moringa oleifera*

A l'obscurité, on retrouve les deux (2) paliers; le premier entre le jour 4 et le jour 6 et le second entre le jour 7 et le jour 10. Contrairement aux résultats obtenus à la lumière, l'obscurité favorise un étalement de la durée de germination (Figure 6). 50 % des graines germent en $4,60 \pm 4,57$ jours, dans un intervalle de temps comprenant le temps moyen des graines germées à la lumière. Mais les variations de la germination des graines conduit plus tard, le dixième (10) jour, à un taux maximum de 83,33 %. Le taux de germination à l'obscurité est plus élevé qu'à la lumière avec une différence significative de 20% entre les deux conditions.

En présence et en absence de lumière, la germination des graines décortiquées est rapide et s'effectue dans les quatre premiers jours notamment du jour 2 au jour 4. Ensuite, la germination s'arrête à la lumière; alors qu'à l'obscurité après un temps de latence de 2 à 3 jours, la germination reprend avec un second lot et maximise ainsi le taux final obtenu. Les évolutions de la germination en serre des graines décortiquées à la lumière et à l'obscurité sont similaires à celles obtenues *in vitro*.

En résumé, les résultats ont révélé qu'à la lumière *in vitro* ou en serre, le taux de germination compris en moyenne entre 55 et 65 % est obtenu en un maximum de deux (2) à trois (3) jours, c'est-à-dire du deuxième (2^{ème}) au cinquième (5^{ème}) jour après le début de l'expérience. Au terme de cette période, on obtient le taux maximum de germination et simultanément l'arrêt de celle-ci. Les taux cumulés de germination des graines décortiquées sont les mêmes ainsi que les temps moyens de germination en conditions de serre et *in vitro*.

A l'obscurité au contraire, les analyses statistiques effectuées à la fin de l'expérimentation ont révélé une différence significative entre les deux lots de graines mises à germer *in vitro* et en serre. Même si les temps moyens de germination *in vitro* et en serre sont équivalents, les taux cumulés de germination sont eux significativement différents. Le taux cumulé de germination le plus important est obtenu en serre : 83% contre 77 % obtenu *in vitro*.

La germination *in vitro* ou en serre en présence de la lumière s'étale sur une courte période de 3 jours tandis qu'à l'obscurité, la germination des graines décortiquées de *Moringa oleifera* en serre ou *in vitro* présente de forts taux avoisinant les 80%, en un maximum de 12 jours. Il faut aussi noter le résultat original et intéressant concernant la présence des deux paliers de la germination en deux temps en absence de lumière, combinés à de forts taux de germination. On retrouve à l'obscurité, un taux de germination augmenté de 20% par rapport à celui obtenu à la lumière et une durée moyenne de germination quatre fois plus longue.

4. Discussion

L'amélioration d'une espèce végétale passe par le choix du matériel de culture pouvant assurer la pérennité de l'espèce et en même temps le transfert et la conservation du matériel génétique d'une génération à une autre. Les contraintes liées à l'utilisation des boutures de *Moringa oleifera* à savoir la taille de la bouture, la faible survie et l'enracinement ont conduit à l'usage préférentiel des graines. Les graines de *Moringa oleifera* de l'écotype nigérien ont été utilisées pour améliorer les conditions de germination des graines. La germination ou reprise des activités de l'embryon est un processus physiologique qui correspond à l'étape par laquelle une semence en vie ralentie se réveille et donne naissance à une plantule après que des mécanismes possibles de dormance aient été libérés par des déclenchements appropriés [27, 28]. C'est un phénomène qui est influencé par des facteurs aussi bien internes, qu'externes, notamment la lumière, la présence de l'eau, la température, la perméabilité des enveloppes de la graine, le génome, l'âge de la graine, la nature du substrat etc. [29]. Etudier l'influence de l'un ou de ces paramètres revient à rechercher les conditions idéales d'une bonne germination [30].

La germination *in vitro* est plus délicate que celle en serre à cause des conditions d'asepsie stricte à réaliser et du milieu nutritif utilisé, susceptible d'être contaminé plus vite par les microorganismes, puisqu'il contient une source carbonée. Dans notre étude, l'amélioration de la germination des graines de *Moringa oleifera*, a concerné deux facteurs essentiels notamment la décortication des graines et l'influence de la lumière. La décortication fait partie des prétraitements de la graine utilisés avant la germination. Plusieurs méthodes sont recensés pour le prétraitement d'une semence avant germination, à savoir la scarification, l'imbibition, la vernalisation, le trempage dans de l'eau chaude etc. [31, 32].

Bien que [6] en 1986 démontre que le prétraitement des graines surtout par le froid est nuisible aux graines de *Moringa* sauf à l'espèce *Moringa longituba*; des travaux conduits plus récemment, recommandent pour *Moringa oleifera* de scarifier, de décortiquer ou d'imbiber les graines durant 24 heures avant la germination pour une amélioration sensible du taux de germination [22, 33, 34].

En effet, un trempage dans l'eau durant 12 heures des graines non décortiquées d'origine nicaraguayenne par [34] donne un taux de germination de 90 % alors que selon les travaux de [33], 6 heures suffisent pour les graines d'origine soudanienne. D'après ses travaux, la décortication qui suit une imbibition est nuisible au potentiel de germination des graines. Un prétraitement nécessitant uniquement la décortication ou l'imbibition est possible et plus approprié.

Dans notre cas, les résultats obtenus nous ont fait conclure que la décortication des graines est indispensable pour éliminer ou réduire la contamination par les microorganismes et aboutir à la germination. Nos résultats permettent aussi de confirmer les différences pouvant exister entre les comportements recensés des différents écotypes de *Moringa oleifera*. La décortication sans imbibition des graines de l'écotype nigérien est indispensable à la germination, en serre et *in vitro*; mais de plus, elle permet d'obtenir des taux très importants de germination.

La germination des graines entières non décortiquées des différentes espèces de *Moringa*, varie beaucoup en fonction de la température, de la lumière et de l'arrosage, de l'humidité interne etc. [35]. Dans la nature, les graines enfouies dans le sol, germent en 14 jours avec un taux élevé dépassant les 80% [22]. Les travaux de [25] donnent également un taux de germination équivalent pour les graines de l'écotype nigérien sur sol argileux sableux sur une période équivalente (13 jours). En serre, un taux de germination semblable est obtenu, seulement lorsque les graines sont décortiquées, les seules différences observées avec le champ, sont donc la forte contamination induite par l'utilisation de graines entières et la rapidité de la germination qui avoisine 5 jours.

La graine de *Moringa oleifera* est une graine oléagineuse orthodoxe, les enveloppes de la graine de *Moringa oleifera* ne présente donc pas de barrière physique ou mécanique au passage de l'eau ou à la pénétration de l'oxygène. Cependant, les téguments de la graine renferment des composés phénolés qui peuvent capter l'oxygène et empêcher la respiration [35]. Sans l'imbibition, la scarification, ou la décortication, ces composés phénoliques piègent l'oxygène nécessaire à la respiration de l'embryon [36]. Les plantes de régions tropicales dont fait partie *Moringa oleifera* présentent en général une inhibition tégumentaire. C'est le cas de *Tectona grandis* (Teck), Verbenaceae à graines également orthodoxes originaire d'Asie du Sud-est et de *Terminalia ivorensis* (Combretaceae) dont les graines sont sujettes à l'inhibition tégumentaire chimique [31]. Ces résultats nous permettent de conclure sur l'importance de la décortication des graines pour une bonne germination. Cette décortication dans notre cas diminue de façon drastique les taux de contamination mais également augmente sensiblement le taux de germination.

La lumière semble également avoir une influence sur la germination de l'écotype nigérien du *Moringa oleifera*. La germination à la lumière en serre est rapide, moins étalée dans le temps avec un taux de germination plus faible par rapport à celui obtenu à l'obscurité. Cependant, on retrouve un résultat similaire entre la germination des graines de l'écotype nigérien et celle des graines décortiquées des écotypes ougandais et haïtien, mises à germer à la lumière sur des cubes de laines [37]. La lumière semble donc induire le même effet quelque soit l'écotype considéré. A la lumière, la germination

débute dès le jour 2 et se termine très tôt, dès le jour 5. A contrario, dans les plantations en champ, la germination débute du jour 5 jusqu'aux jours 12 à 14 [25, 30, 34]. On note également que la précocité de la germination en serre pour l'écotype nigérien n'empêche pas l'étalement jusqu'au jour 12.

In vitro, la lumière donne également un taux de germination moins conséquent que celui obtenu à l'obscurité. En effet, le résultat le plus original concerne la germination à l'obscurité. Elle s'effectue en deux temps avec un arrêt d'environ 48 heures sans germination, et aboutit à un fort taux de germination. On retrouve dans les mêmes conditions, avec des graines de l'écotype israélien mis à germer à l'obscurité, des résultats similaires en termes de taux et de temps moyens de germination [38]. En ce qui concerne les effets de la lumière, on note que la germination est indépendante de la lumière, même si cette dernière favorise une germination précoce des graines. Par contre, elle favoriserait aussi l'augmentation de la chaleur et conduirait ainsi à l'évaporation de l'eau et à la dessiccation des graines non encore germés.

L'obscurité au contraire permet aux graines de s'imbiber d'eau sans ce phénomène de chaleur externe, la germination pourrait donc s'étaler sur une plus grande période. Les paliers observés seraient dus à des différences entre les graines au regard du temps moyen de germination; il y aurait donc des graines aptes à germer plus rapidement que d'autres.

5. Conclusion

L'étude de la germination de l'écotype nigérien de *Moringa oleifera* cultivé au Togo, nous a permis de préciser les conditions optimales d'une bonne germination. La décortication des graines est pour cet écotype, un préalable à la possibilité de germination, les taux importants de germination obtenus à la lumière peuvent encore être améliorés par une germination sans éclaircissement. Il nous a été possible de préciser également que les effets de la présence ou de l'absence de lumière sur le déroulement de la germination, sont les mêmes en serre et *in vitro*. La maîtrise de la germination des graines de *Moringa oleifera* dans des conditions d'asepsie permettront d'intégrer plus rapidement les biotechnologies dans les programmes d'amélioration de la plante au Togo.

Références

- [1] - ROLOFF, H. WEISGERBER, U. LANG and B. STIMM, *Enzyklopädie der Holzgewächse, Handbuch und Atlas der Dendrologie* (2009) WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim
- [2] - J. DUKE, in "*Handbook of Energy Crops*". (1998) Center for new crops and plants products Université of Purdue.
- [3] - R. R.THAMAN, *Revue Int. des forêts et des industries forestières*, 155 (1987) 39-41.
- [4] - G.K. FOLKARD, *Agroforestry Today*, 8 (3) (1996),5-8
- [5] - H. GARBA, . in "*Forestry Statistics and Data Collection*", EC/FAO ACP : collecte et analyse des données, rapport technique. AFDCA/TN/18. (2000).
- [6] - S.A. JAHN, H.A. MUSNAD and H. BURGSTALLER, *Unasylya*,38(1986)23-8.
- [7] - G. AGBAHUNGBA, N. SOKPON, O.GANDÉ GAOUÉ, *Note Thématique FGR/ 12F FAO*, Atelier sous-régional FAO/IPGRI/ICRAF Ouagadougou, (1998).
- [8] - M. GAMATIE, *Feuilles de Moringa: stratégies, normes et marchés pour un meilleur impact sur la nutrition en Afrique*. Atelier international Accra, (2006)
- [9] - K. SOGBO, *Feuilles de Moringa: stratégies, normes et marchés pour un meilleur impact sur la nutrition en Afrique*. Atelier international Accra, (2006)
- [10] - J.L. HARTWELL, *Lloydia* (1967)30-34.
- [11] - S.C. BABU, *Biotechnology, Agronomy Soc. Environ.* 4(3) (2000) 169-179.
- [12] - F.ANWAR, S. LATIF, M. ASHRAF and A. H. GILANI, *Phytother. Res.*, 21(2006) 17–25
- [13] - R. JABEEN, M. SHAHID, A. JAMIL and M. ASHRAF, *Pak. J. Bot.* 40(2008) 1349-58.
- [14] - G.H.F.VIEIRA, , J.A. MOURÃO, A.M. ÂNGELO, COSTA, R.A. and R.H.S.F. VIEIRA, *Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo*, 52(3) (2010)129-32.
- [15] - M.R. BERGER, M. HABS, S.A. JAHN and S. SCHMAHL, *East African Med. J.* 61(1984) 712-716.
- [16] - S.A.A. JAHN, *Entwicklung + Landlicher Raum*, (1989) ; 23 (4): pp22-25.
- [17] - M. BROIN, C. SANTAELLA, S. CUINE, K. KOKOU, G. PELTIER et T. JOËT, *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 60 (2002) 114-119.
- [18] - U. GASSENSCHMIDT, D. KLANS, D. JARRY, B. TAUCHER and H. NEEBDEGALL, *Biochem. Biophys. Acta*, (1995) 477-481
- [19] - K.A. GHEBREMICHAEL, K.R. GUNARATNA, H. HENRIKSSON, H. BRUMER and G.A. DALHAMMAR, *Water Research*, 39(2005) 2338-44.
- [20] - M.U. DAHOT and A.R. MEMON, *Journal of Pharmacy of the University of Karachi* 3(2) (1985)75-80.
- [21] - F. ANWAR and M.I. BHANGER, *J. of Agricultural and Food Chemistry* 51(2003) 6558-6563.
- [22] - M. SAQALLI, *Moringa oleifera :les essais en Tanzanie*. (2002.) [En ligne], disponible sur <http://www.plantbyplant.com/saq/>

- [23] - N. AMAGLO, G. TIMPO, O. ELLIS et R. BENNETT, *Feuilles de Moringa: stratégies, normes et marchés pour un meilleur impact sur la nutrition en Afrique*. Atelier international Accra, (2006)
- [24] - J.F. MORTON, *Economic Botany*, 45(3) (1991) 318-333.
- [25] - K. KOKOU, T. JOËT, M. BROIN et A. AÏDAM, *Cahier d'études et de recherches francophone/Agricultures*, 10(2) (2001) 131-133.
- [26] - A. AÏDAM, A. M-L. QUASHIE et K. KOKOU, *Ann. Univ. Series Sciences Tome XVI*, (2007) 65-71.
- [27] - B. SEEMANTHINE, *South Indian horticulture*, 12 (1964) 1-7.
- [28] - G. LEUBNER, "SeedBiology". Ed. University of Freiburg, Germany Seed Biology Place, (2006)
- [29] - J. SEYNES (DE), "De la germination". Ed. Baillères J-B, (1863 R 2006).
- [30] - A. KALINGANIRE, A. UWAMARIYA, K. BREHIMA et M. LARWANOU, *ICRAF et World Agroforestry Centre* (2007a). 6-9
- [31] - FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION, "Etudes FAO forêts 20/2" (1992).
- [32] - V. NAMBIAR, R. MEHTA and DANIEL, *J. of Food Sci. and Technology*, 42(6) (2005) 312-315.
- [33] - P. TEDONKENG, B. BOUKILA, M.C. SOLEFACK, J.R. KANA, F. TENDONKENG et L.B. TONFACK, *J. of Cameroon Academy of Science*. 4 (3) (2004) 199 – 203.
- [34] - L. FUGLIE and K. SREEJA, *J. of Food Sci. and Technology*, 42(6) (2008) 312-315.
- [35] - C. MORAVEC, K. BRADFORD and E. LACA, *Seed Sci. and Technol.* 36(2008) 311-324.
- [36] - P. RILLIARD, *Journées Occitanes NTE-SVT*. (2009) Disponible sur <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/svt>
- [37] - G. CROSBY G. and L.E. CRAKER, *ISHS Acta Horticulturae*, 756 (2007) 139-146
- [38] - B. STEINITZ, Y. TABIB, V. GABA, T. GEFFEN AND Y. VAKNIN, *In vitro cell. Dev. Biol. Plant.*, 45 (2008) 65-71.