

## Etude des conditions de germination des graines de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) obtenues par sélection génétique

K.D. Adjata<sup>1</sup>, L. Tchaniley<sup>1</sup>, E. Banla<sup>1</sup>, K.K. Tchansi<sup>1</sup> & Y.M.D. Gumedzoe<sup>1</sup>

**Keywords:** Cassava seeds- Clones- Conditions- Germination- Selection- Togo

### Résumé

*La production du manioc (Manihot esculenta, Crantz), principale plante amyliacée d'Afrique, est fortement entravée par la maladie de la mosaïque du manioc. Pour combattre cette maladie, la sélection génétique reste un des moyens de lutte le plus adapté. L'obtention et le criblage des clones, lors du processus de sélection, sont conditionnés par une bonne maîtrise des conditions de germination des graines issues de la sélection génétique. Un dispositif expérimental en «Split plot» a été adopté afin d'évaluer l'effet de différents facteurs (ensoleillement, milieu de germination et traitement des graines) sur la germination des graines et les paramètres liés au taux et à la durée de germination. Les résultats à l'issue de cette étude ont montré qu'un fort degré d'ensoleillement permet d'augmenter la vitesse et d'améliorer le taux de germination. Des traitements réalisés, le traitement au froid des graines a permis d'améliorer le taux de germination des graines de manioc de 30% à 70%. La nature du milieu de germination n'a pas d'effet sur le taux et la vitesse de germination des graines de manioc. La germination des graines peut être réduite à 30 jours dans les conditions les plus favorables.*

### Summary

#### Study of Germination Conditions of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Seeds obtained by Genetic Selection

*The production of Cassava (Manihot esculenta Crantz), the main starch crop in Africa, is drastically affected by Cassava Mosaic Disease (CMD). Genetic selection is one of the effective strategies to control this disease. Obtaining and screening clones, through the selection process, depend on the good management of germination conditions of seeds obtained by genetic selection. With this purpose, a Split-plot design was used to evaluate the effect of various factors (light, germination medium and treatment of seeds) on the germination of seeds and on other parameters related to the rate and the duration of germination. The results, obtained indicated that a high sunlight intensity increased the rate and the speed of seed germination. Among the treatments carried out, the cold treatment of the seeds increased the rate of germination from 30 to 70%. The germination medium had no significant effect on the rate and on the speed of germination of cassava seeds. The germination duration can be reduced to 30 days in the most favorable conditions.*

### Introduction

Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz), de la famille des Euphorbiacées, figure parmi les principales plantes amyliacées de l'Afrique (1) et en Asie (2, 3). Il tire son importance de ses racines tubérisées riches en féculs et de ses feuilles riches en protéines.

En Afrique centrale (Burundi, République du Congo, République Centrafricaine et République

Démocratique du Congo) et, à un degré moindre, en Afrique occidentale, la feuille sert à l'alimentation humaine, constituant ainsi une source importante de protéines. Si, dans certains pays, le manioc vient derrière les denrées alimentaires comme le riz, le sorgho et l'igname, dans bien d'autres en revanche (République du Congo, République Centrafricaine et République Démocratique du Congo), il constitue l'aliment de base de la grande majorité des populations.

<sup>1</sup> Université de Lomé, Ecole Supérieure d'Agronomie, Laboratoire de Virologie et de Biotechnologie Végétales, Lomé, Togo.

\*Auteur correspondant: Email: dadjata@yahoo.fr

Le manioc reste donc une des toutes premières cultures vivrières en Afrique tropicale et un atout incontestable pour une région de moins en moins autosuffisante sur le plan alimentaire. Il tire également son importance de sa grande facilité de culture et de ses divers produits énergétiques. L'éthanol obtenu par fermentation de l'amidon pourrait se substituer totalement au pétrole. Ce qui constitue un atout majeur, puisque dans le souci de lutter contre la pollution, tous les regards se tournent vers les biocarburants.

La production mondiale, de 97 165 000 tonnes en 1999 est passée à 226 millions de tonnes en 2007 (4). L'Afrique, avec 65,66% des superficies cultivées en manioc, intervient pour environ 94% de la production mondiale en 2007 (4). Les principaux producteurs en Afrique sont : le Nigeria, le Ghana, le Bénin et le Togo.

Au Togo, la production à l'hectare, depuis quelques années, est de 7 à 10 tonnes à l'hectare (pour un potentiel théorique de plus de 80 tonnes à l'hectare) (5). Cette faiblesse de rendement est due à de nombreux facteurs biotiques regroupant les ravageurs et les agents responsables de maladies parmi lesquels les virus occupent une bonne place (6). Selon Fargette (7), la mosaïque est la maladie la plus dévastatrice du manioc causant une réduction de la production variable de 5 à 95%. Ceci entraîne la perte ou l'abandon de certaines variétés et la réduction des superficies emblavées (1). Etant donné que l'apport d'intrants est rare, le seul moyen de relever le niveau de production est sans nul doute l'amélioration des potentiels génétiques du manioc par la création de nouvelles variétés répondant aux conditions actuelles de culture (8). Dans cette optique, les chercheurs ont eu recours à la méthode de l'amélioration génétique par hybridation qui permet de créer une variabilité assez importante au sein des cultivars de manioc (9, 10). C'est ainsi que dans la recherche d'une stratégie de lutte efficace contre la maladie de la mosaïque du manioc au Togo, le Laboratoire de Virologie et de Biotechnologies Végétales (LVBV) a initié un programme de sélection de clones de manioc résistants ou tolérants dont les premiers résultats ont révélé qu'il est possible de contrôler la maladie par la création génétique de nouveaux

clones (11). Mais, la réussite de ce programme est conditionnée par la maîtrise des conditions de germination des graines hybrides obtenues après croisement. Il est connu que l'albumen n'est pas toujours complet, ce qui permet une première sélection des graines viables par sédimentation dans l'eau. Le pouvoir germinatif des graines est inférieur à 30% et peut être étalé sur plusieurs mois. Il peut être amélioré par des traitements chimiques ou thermiques (12). Ce présent travail se situe dans le cadre de la recherche de stratégie de lutte contre le CMD et a pour objectif la maîtrise des conditions de germination des graines de manioc obtenues par sélection génétique.

## Matériel et méthodes

### Site expérimental

Cette étude a été conduite à la Station d'Expérimentation Agronomique de Lomé (SEAL) située dans la région maritime au sud du Togo et jouit d'un climat tropical de type guinéen marqué par deux saisons pluvieuses (avril-juillet et septembre-octobre) séparées par deux saisons sèches (août et novembre-mars). Les températures moyennes mensuelles varient de 25 à 29 °C au cours de l'année et les précipitations moyennes annuelles avoisinent 932 mm. L'humidité relative maximale annuelle est comprise entre 81% et 89% (saison pluvieuse) alors que les minima varient entre 67% et 76% (harmattan). La photopériode est d'environ 12 heures.

## Matériel

### Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé pour le test de germination est constitué de graines de manioc issues de la troisième génération récoltées sur des parents femelles de Kanigbeli hybride (KH). Les sources des mâles sont: Gbazékouté hybride 1 (GH1); Gbazékouté hybride 2 (GH2); Hybride Bassar (HB); Kanigbeli hybride (KH).

En effet, une graine de manioc a 5 à 13 mm de long sur 3 à 7 mm de large et possède un tégument marbré.

Chaque graine porte à sa base, un petit corps lipidique, l'élaïosome appelé «caroncule» qui attire les fourmis (13).

## Milieu de germination des graines

Le milieu de germination des graines, appelé «Support» pour des raisons de commodité, est constitué de terreau de feuilles de manioc; de feuilles de *Cacia ciamea*; de feuille de *Leuceana leucocephala*; de vermiculites, et du sable prélevé à une profondeur de 30 cm de la surface. Pour la mise en place des parcelles expérimentales, et leur entretien, des outils champêtres ordinaires notamment, des binettes et des arrosoirs ont été utilisés.

## Méthode

### Préparation des milieux de germination des graines et de traitement des graines

Il est à noter qu'avant tout traitement, une pré-sélection des graines viables a été opérée; des lots de graines ont été immergés dans l'eau contenue dans un bécher d'un litre. Les graines qui se sont déposées au fond du bécher ont été considérées comme viables.

Tous les supports (milieux de germination) ont été stérilisés à l'eau chaude avant utilisation dans des pots. Pour ce qui est des traitements, les graines ont été trempées soit dans l'acide sulfurique (T3) concentré ou dans de l'eau à 100 °C (T2) pendant 5 secondes puis rincées à l'eau de robinet avant le semis. En ce qui concerne le traitement au froid, les graines ont été placées dans un réfrigérateur à une température de 4°C pendant 24 heures (T1).

### Mise en place de l'essai

Les graines ainsi préparées sont semées à raison de 30 graines par pot, à une profondeur de 2 cm sur cinq supports (S1: sable; S2: terreau de feuille de *Cacia ciamea*; S3: terreau de feuille de *Leucena leucocephala*; S4: terreau de feuille de *M. esculenta* et S5: vermiculites) suivant un dispositif en blocs aléatoires complets avec parcelles subdivisées. L'expérience comporte trois facteurs à savoir :

- L'ensoleillement (E) à deux niveaux E1 et E2
  - E1: le germoir est placé sous le soleil, et reçoit le maximum de rayons solaires

- E2: le germoir est placé dans l'abri grillagé où l'ensoleillement est réduit.
- Traitement des graines (T) à trois niveaux T1, T2 et T3
  - T1: traitement au froid des graines
  - T2: traitement des graines à la chaleur
  - T3: traitement des graines à l'acide sulfurique
- Supports (S) à cinq niveaux S1, S2, S3, S4 et S5
  - S1: sable
  - S2: terreau de feuille de *cacia (Cacia ciamea)*
  - S3: terreau de feuille de *Leucena leucocephala*
  - S4: terreau de feuille de manioc (*M. esculenta*)
  - S5: vermiculites.

L'expérience comporte trois blocs.

La répartition des facteurs a été faite en trois étapes:

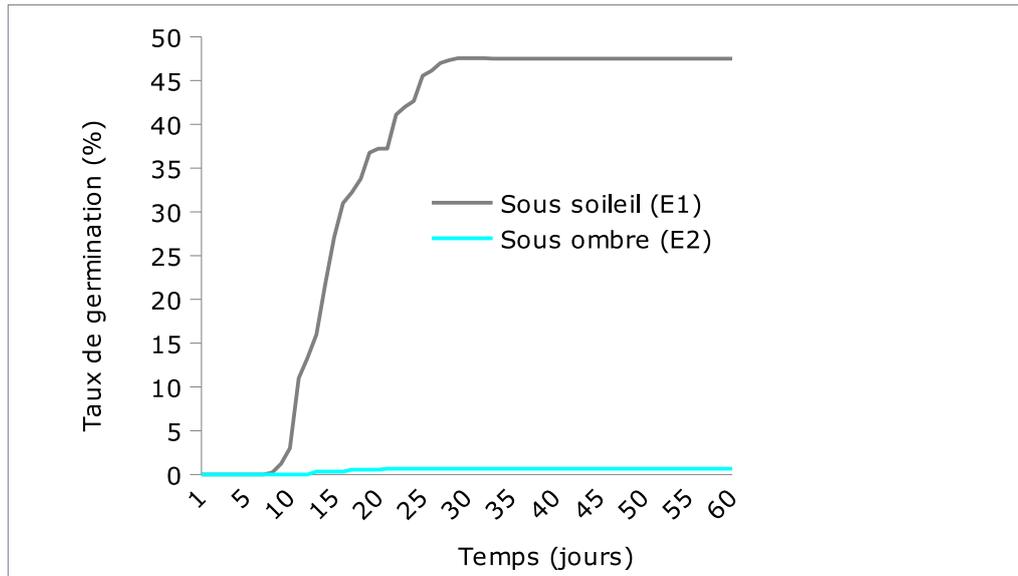
- Première étape: les deux niveaux du facteur E (Ensoleillement) ont été repartis dans les trois blocs. Ce qui a conduit à délimiter en tout  $2 \times 3 = 6$  parcelles principales.
- Deuxième étape: les trois niveaux du facteur T (Traitement) ont été repartis de façon aléatoire dans chacune des 6 parcelles principales conduisant ainsi à déterminer  $6 \times 3 = 18$  sous parcelles.
- Troisième étape: les cinq niveaux du facteur S (Support) ont été repartis de façon aléatoire dans chacune des 18 sous parcelles conduisant ainsi à déterminer  $18 \times 5 = 90$  sous-sous parcelles.

### Les facteurs étudiés

Les facteurs étudiés sont notamment l'ensoleillement, le support, le traitement des graines et l'interaction entre les différents facteurs étudiés.

### Paramètres étudiés

Les paramètres étudiés sont ceux liés au taux et à la vitesse de germination. Pour ce qui est de l'évaluation du taux de germination, il s'agissait à

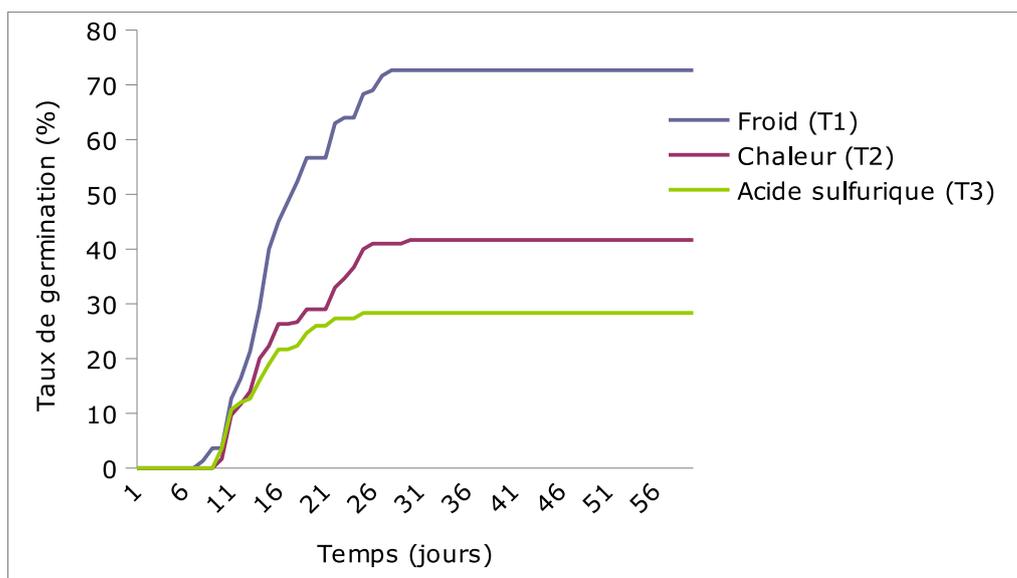


**Figure 1** : Evolution de la vitesse de germination en fonction de la luminosité.

**Tableau 1**

Nombre moyen de graines germées en fonction des différents traitements des graines.

Traitements	Nombre moyen de graines germées	Erreur standard
Froid (T1)	219,67	1,25
Chaleur (T2)	125	2,45
Acide sulfurique (T3)	86,33	1,25



**Figure 2** : Evolution du taux de germination en fonction du temps par rapport aux différents traitements des graines.

partir de l'émergence des jeunes pousses de compter systématiquement chaque jour toutes les graines qui ont germé et ce, durant les 8 semaines qu'a duré l'expérience. En ce qui concerne la vitesse de germination, il s'agissait de déterminer la période de temps la plus courte pendant laquelle le maximum de graines a germé.

## Résultats

### Vitesse de germination et effet de l'ensoleillement sur le taux de germination des graines

Le dénombrement du nombre de graines germées à partir de l'émergence des jeunes pousses, c'est-à-dire, à partir du 8<sup>ème</sup> jour jusqu'au 60<sup>ème</sup> jour après le semis a révélé que la germination est plus rapide avec un taux élevé au niveau du traitement E1 (sous ensoleillement) par rapport au traitement E2 (sous ombre (abri grillagé) où ce taux est quasiment nul.

L'analyse statistique de la variance révèle une différence significative entre les deux niveaux du facteur lumière ( $P < 0,01$ ).

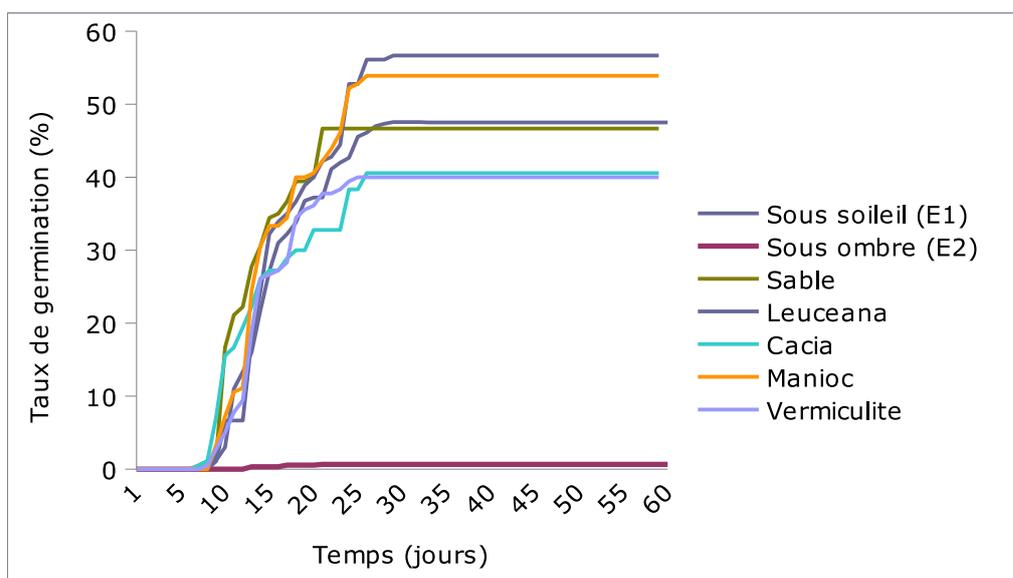
La discrimination des moyennes par le test de Duncan, montre que le taux de germination «sous le soleil» (E1) est significativement supérieur à celui «sous ombre (abri grillagé)» (E2) qui est quasiment nul jusqu'à la fin de l'expérience. L'évolution du taux de germination en fonction du temps est illustrée par la figure 1.

La courbe obtenue des résultats de l'évolution de la vitesse du taux de germination des graines en fonction du temps, montre que la germination a commencé 8 jours après le semis et s'est poursuivie jusqu'au 30<sup>e</sup> jour pour le traitement E1 (sous le soleil). Pour le bloc placé sous ombre (abri grillagé) (E2), la germination a commencé 13 jours après le semis et s'est poursuivie jusqu'au 21<sup>e</sup> jour. Ce résultat illustré par la figure 1 révèle également que la plupart des graines ont germé sur ce bloc sous ombre (abri grillagé) (E2), entre le 10<sup>e</sup> et le 20<sup>e</sup> jour après le semis.

**Tableau 2**

Effet des milieux de germination (supports) sur le taux de germination.

Milieu de germination	Nombre moyen de graines germées	Erreur standard
Sable	80,33	1,25
Cacia	72,33	2,49
Leuceana	102,33	2,05
Manioc	96,67	1,25
Vermiculite	77,33	2,05



**Figure 3:** Evolution du taux de germination en fonction du temps par rapport aux différents supports (milieux de germination).

Il est à remarquer que le taux de germination est pratiquement nul au niveau du traitement E2 (ombre (abri grillagé) où il n'y avait pas assez de lumière.

### **Evaluation du taux et de la vitesse de germination par rapport aux facteurs traitement des graines**

#### *Effet du traitement des graines sur le taux de germination*

Les résultats obtenus du traitement des graines sur le taux de germination sont illustrés par le tableau 1. Ces résultats montrent que le nombre moyen de graines germées est plus élevé avec le traitement au froid. De même on obtient un meilleur taux de germination des graines avec le traitement à chaud (chaleur) (T2) par rapport au traitement acide (T3). Les résultats issus de l'analyse de la variance des données concernant l'effet du traitement des graines sur le taux de germination montre une différence hautement significative entre les différents traitements ( $P < 0,05$ ). La discrimination des moyennes par le test de Duncan montre que le taux de germination est significativement supérieur avec le traitement au froid des graines (T1) par rapport aux deux autres traitements qui sont statistiquement équivalents.

#### *Effet du traitement des graines sur la vitesse de germination*

Les résultats de l'évolution du taux de germination en fonction du temps par rapport aux différents traitements des graines illustrés par la figure 2, révèlent que la germination a commencé 8 jours après le semis, avec le traitement au froid des graines, et s'est poursuivi jusqu'au 28<sup>e</sup> jour avec un taux maximal de 74,67% au bout de 28 jours. Avec le traitement à chaud, la germination a commencé 10 jours après le semis et s'est poursuivi jusqu'au 30<sup>e</sup> jour avec un taux de germination maximale de 41,67%. Enfin, avec le traitement acide des graines, la germination a commencé également 10 jours après le semis et s'est étalée sur 15 jours, avec un taux maximal de 28%.

L'observation des trois courbes montre que la plupart des graines ont germé entre le 8<sup>e</sup> et le 30<sup>e</sup> jour. Ce qui fait une germination étalée sur vingt jours.

### **Evaluation du taux et de la vitesse de germination par rapport aux supports**

#### *Effet des supports sur le taux de germination*

Les résultats obtenus de l'effet des supports sur le taux de germination sont illustrés par le tableau 2. Les résultats montrent que le nombre moyen de graines germées est plus important sur le terreau à base de leuceana. Le plus faible taux de germination a été obtenu avec le terreau de feuille de cacia. L'analyse de la variance ( $P < 0,05$ ) a révélé qu'il n'y a pas de différence significative entre les différents supports.

#### *Effet des supports sur la vitesse de germination*

Les résultats obtenus de l'effet des supports sur la vitesse de germination sont illustrés par la figure 3. De l'observation de ces courbes de la figure 3, il ressort que la germination a commencé 8 jours après le semis sur les supports S1 (sable) et S2 (Feuille de cacia) alors que pour les supports S3 (Feuille de leuceana) et S4 (Feuille de manioc), elle a commencé deux jours plus tard. Elle s'étale sur environ 20 jours quelque soit le type de support. On remarque également que le taux de germination, au bout de 30 jours est supérieur à 30% quelque soit le support.

#### *Interaction entre les différents facteurs.*

Les résultats obtenus montrent que seule l'interaction entre le facteur traitement des graines et le facteur ensoleillement s'est révélée significatif.

## **Discussion**

### **Incidence de l'ensoleillement sur la germination des graines**

L'étude conduite sur les conditions de germination des graines de manioc a révélé que l'ensoleillement a une incidence indéniable sur la germination des graines de manioc et qu'on obtient un fort taux de germination lorsque les pots contenant les graines semées sont placées sous le soleil. Les résultats

sont pratiquement nuls si les graines sont placées sous abri grillagé où elles reçoivent peu de rayon solaire. De plus à la fin de l'expérience, les graines qui étaient à l'ombre, une fois mises sur un terrain découvert, ont commencé par germer au bout de 8 jours. Toutes ces observations montrent que la germination est influencée par le degré d'ensoleillement important.

Ainsi, sous ensoleillement un taux de germination de 47,5% a été obtenu, alors que sous abri grillagé, ce taux est inférieur à 1%. Il a été remarqué que la germination a commencé plus tôt sous ensoleillement, c'est-à-dire 8 jours après le semis et s'est étalée sur 30 jours; alors que sous abri grillagé, la germination des graines a débuté 13 jours après le semis. Les rayons solaires ont donc un effet bénéfique sur la germination des graines vu que le taux de germination obtenu est largement supérieur aux 30% habituellement rencontrés (12). De plus, le fait que le taux de germination soit pratiquement nul sous abri grillagé laisse penser que l'absence de rayons solaires constitue un facteur limitant pour la germination des graines de manioc.

### **Incidence du traitement des graines sur la germination**

Les différents traitements n'ont pas produit le même effet; on obtient le meilleur taux de germination avec le traitement au froid des graines à 4 °C pendant 24 heures, soit un taux d'environ 73 %. Ces résultats révèlent qu'on peut obtenir de très bons résultats avec des températures de traitement des graines plus basses par rapport à celles proposées par Nassar et Teixeira (14) qui ont montré que les températures de traitement des graines de 15 à 20 °C pendant 8 à 16 heures favorisent la germination des graines. Le traitement des graines à la chaleur permet d'obtenir un taux de germination supérieur à 30% contrairement au traitement acide qui donne un taux de germination inférieur à 30%. Le traitement à chaud des graines permet d'obtenir un taux de germination supérieur à 30% contrairement au traitement acide qui donne un taux de germination inférieur à 30%. La chaleur a donc un effet positif sur la germination des graines de manioc. Ce qui pourrait expliquer l'effet

des rayons lumineux, qui en arrivant au sol, réchauffent celui-ci et crée la chaleur nécessaire à la germination des graines. Avec le traitement acide des graines, on obtient un taux faible mais qui reste proche de 30%. Ce qui montre que l'acide sulfurique n'a pas eut d'effet positif sur la germination des graines de manioc. Ce résultat est en contradiction avec celui obtenu par Lefèvre (12).

### **Incidence des supports sur la germination des graines de manioc**

Le taux de germination obtenu au niveau des différents milieux de germination (supports), sous les rayons lumineux, est supérieur à 30%. Mais, l'analyse statistique a révélé qu'il n'y a pas de différence significative dans l'effet de ces différents supports. Ce qui montre que la nature du support n'a pas d'influence sur la germination des graines de manioc.

### **Incidence de l'interaction des facteurs**

L'interaction des facteurs révèle que le taux de germination des graines sous ensoleillement est de 47%. Le traitement au froid des graines (T1) et le traitement à la chaleur (T2) dans les mêmes conditions ont donné respectivement un taux de germination de 73% et 41,67%. En ce qui concerne la vitesse de germination, il a été remarqué que plus de 70% des graines ont germé entre 10 et 20 jours après le semis. Cela constitue une véritable amélioration vu que la germination habituellement s'étale sur plusieurs mois (12). Etant donné que la nature du milieu de germination (support) n'a pas d'effet significatif sur le taux et la vitesse de germination des graines, cette amélioration résulte essentiellement de l'interaction des effets de la lumière et du traitement des graines.

### **Conclusion**

Il ressort de cette étude portant sur l'amélioration des conditions de germination des graines de manioc que le degré d'ensoleillement a une influence positive sur la vitesse et le taux de germination des graines. Un fort degré d'ensoleillement permet d'augmenter la vitesse et d'améliorer le taux de germination.

Le traitement au froid des graines à une température de 4 °C pendant 24 heures permet d'améliorer le taux de germination des graines de manioc à 70%.

La nature du support n'a pas d'effet sur le taux et la vitesse de germination des graines de manioc. La germination peut s'étaler sur 30 jours si les

conditions sont favorables. La plupart des graines de manioc germent entre le 10<sup>e</sup> et le 20<sup>e</sup> jour si toutes les conditions requises sont réunies. Les résultats obtenus sont encourageants, étant donné qu'ils permettent de surmonter un obstacle majeur dans le programme d'amélioration du manioc.

### Références bibliographiques

- Legg J. & Fauquet C., 2004, Cassava mosaic geminiviruses in Africa, *Plant Mol. Biol.*, **56**, 585-99.
- Hong Y.G., Robinson D.J. & Harrison B.D., 1993, Nucleotide sequence evidence for the occurrence of three distinct whitefly transmitted geminiviruses in cassava, *J. Gen. Virol.*, **74**, 2437-2443.
- Saunders K., Salim N., Mali V. R., Malathi V. G., Briddon R., Markham P.G., & Stanley J., 2002, Characterisation of Sri Lankan cassava mosaic virus and Indian cassava mosaic virus: evidence for acquisition of a DNA B component by a monopartite Begomovirus, *Virology*, **293**, 1, 63-74.
- FAO, 2008, ROME, Italy, 25 juillet 2008/African Press Organization (APO). <http://www.fao.org>
- DSID, (2008), (Direction des Statistiques Agricoles, de l'Information et de la Documentation), 2008, Résultats chiffrés. Ministère de l'Agriculture, de l'élevage et de la pêche (M.A.E.P), Lomé-Togo.
- Legg J. & Thresh J.M., 2003, *Cassava virus disease in Africa*, Proceedings of the 1st International Conference on Plant Virology in Sub-Saharan Africa, June 4-8, Ibadan, Nigeria, 517-522.
- Fargette D., 1985, *Épidémiologie de la mosaïque africaine du manioc en Côte d'Ivoire*. Thèse, soutenue le 10/12/85, à l'USTL de Montpellier, 203.
- Nassar N.M.A & Ortiz R., 2007, Cassava improvement Challenges and impacts, *J. Agric. Sci.*, **145**, 2, 163-171.
- Jennings D.L., 1957. Further studies in breeding cassava for virus resistance, *East Afri. Agric. J.*, **22**, 213-219.
- Hahn S. K., 1980, Breeding of cassava for resistance to cassava mosaic disease (CMD). *Euphytica*, **29**, 673-683.
- Adjata K.D., Muller E., Peterschmitt M., Aziadekey M., Traoré O., M. Abala, N. Tchala, K. Alomasou & Gumedzoe Y.M.D., 2011, Strategies of effective control of cassava mosaic disease by genetic selection in Togo, *Int. J. Plant Breed. Gen.*, **5**, 2, 150-18, DOI: 10.3923/ijbg.2011.
- Lefèvre F., 1989, *Ressources génétiques et amélioration du manioc, Manihot esculenta Crantz, en Afrique*. Paris, France, ORSTOM, Travaux et documents microédités n° 57, 175.
- Elias M. & McKey D., 2000, The unmanaged reproductive ecology of domesticated plants in traditional agroecosystems: an example involving cassava and a call for data, *Acta Oecol.*, **21**, 223-230.
- Nassar N.M.A. & Teixeira R.P., 1983, Seed germination of wild cassava species (*Manihot* spp.) (in Portuguese), *Ciencia Cultura*, **42**, 703-706.

K.D. Adjata, Togolais, PhD, Enseignant-Chercheur, Université de Lomé, Ecole Supérieure d'Agronomie, Laboratoire de Virologie et de Biotechnologie Végétales, Lomé, Togo.

L. Tchaneliy, Togolais, PhD, Enseignant-Chercheur, Université de Lomé, Ecole Supérieure d'Agronomie, Laboratoire de Virologie et de Biotechnologie Végétales, Lomé, Togo.

E. Banla, Togolais, Doctorant, Université de Lomé, Ecole Supérieure d'Agronomie, Laboratoire de Virologie et de Biotechnologie Végétales, Lomé, Togo.

K.K. Tchansi, Togolais, Doctorant, Université de Lomé, Ecole Supérieure d'Agronomie, Laboratoire de Virologie et de Biotechnologie Végétales, Lomé, Togo.

Y.M.D. Gumedzoe, Togolais, PhD, Professeur, Université de Lomé, Ecole Supérieure d'Agronomie, Laboratoire de Virologie et de Biotechnologie Végétales, Lomé, Togo.