

# EFFET DES PRETRAITEMENTS AUXINIQUES SUR LA CROISSANCE DES PLANTS DE GOMBO AU GABON

A. N. LEPENGUE<sup>1</sup>, T. ONTOD<sup>1</sup>, B. MBADOUMOU<sup>1</sup>, I. MOUARAGADJA<sup>1</sup>, S. AKE<sup>2</sup> et B. M'BATCHI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Physiologie végétale et phytopathologie, Unité de recherche Agrobiologie, Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM) ; BP 067 Franceville, Gabon. Email : lepengue\_nicaise@yahoo.fr

<sup>2</sup>Laboratoire de Physiologie végétale, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan ; 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

## RESUME

Le gombo est une plante maraîchère à usage alimentaire et médicinal au Gabon. La présente étude a été réalisée en vue d'induire la croissance de ce légume et d'accroître la production. Des graines de gombo ont été prétraitées pendant 24 h dans 6 solutions d'auxine de concentrations entre 1 et  $10^{-5}$  M. Elles ont ensuite été mises en culture sous serre pendant 30 j. Les paramètres morphologiques de croissance suivants ont été évalués : la germination des graines, la croissance primaire et secondaire des tiges, ainsi que la surface foliaire des plants. Les résultats ont montré que les concentrations élevées d'auxine supérieures à  $10^{-2}$  M ont inhibé tous les paramètres morphométriques étudiés. Les doses auxiniques inférieures ou égales à  $10^{-2}$  M ont, par contre, stimulé la croissance de cette plante, proportionnellement à la concentration auxinique. Les traitements auxiniques de concentrations  $10^{-2}$  M peuvent donc être envisagés dans l'amélioration de la croissance des plants de gombo au Gabon.

**Mots Clés :** Auxine, gombo, prétraitements, morphologie, amélioration, croissance, Gabon.

## ABSTRACT

### EFFECT OF AUXINE PRETREATMENT ON OKRA GROWTH IN GABON

*Okra is a nutritional and medicinal plant, widely cultivated in Gabon. The present study is undertaken in order to improve biomass' production. Hence, okra's seeds were pretreated by immersion in 6 auxin solutions during 24 h and cultivated under greenhouse conditions. Growth parameters, estimated 30 days after sowing, were : seed germination, longitudinal and diametric growths of the stem and leaf area. Results show that high concentrations of auxin ( $>10^{-2}$  M) reduced the morphometric parameters of okra. But lowest concentrations ( $10^{-2}$  M to  $10^{-5}$  M) increase all parameters measured proportionally to the level of the compound. Therefore, the use of auxin, at the lowest concentrations, of about  $10^{-2}$  M, may be envisioned in order to improve okra production in Gabon.*

**Keys words :** Auxin, okra, pretreatments, morphometric parameters, improvement, growth, Gabon.

## INTRODUCTION

Le gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) est une plante tropicale de la famille des Malvaceae. C'est une grande herbe, annuelle, originaire d'Afrique, à épiderme couvert de soies duveteuses et à tige érigée pouvant atteindre 2,5 m de haut. Les principaux pays producteurs de gombo sont l'Inde (72 %), le Nigéria (15 %) et le Pakistan (2 %). Leurs productions en 2004 étaient respectivement de 3,55 ; 0,73 et 0,11 millions de tonnes (FAO, 2004). Le gombo est aussi une plante de haute valeur nutritionnelle. Il est notamment riche en composés protéiques, en sels minéraux (Ca, Fe, Mg, K, Na, etc.) et en vitamines (A, C, E et K). Les graines de cette plante sont également riches en composés lipidiques, principalement les acides oléiques, linoléiques, et palmitiques (Ndangui *et al.*, 2010). Sur le plan médicinal, les graines, fleurs et fruits de gombo sont préconisés dans le traitement de l'anémie, des inflammations, des maux de ventre, des incontinenances urinaires, et la fatigue nerveuse (Rubatzky et Yamaguchi, 1997). La production de gombo, tout comme celles de la plupart des plantes maraîchères sont faibles au Gabon, et ne parviennent pas à satisfaire la demande alimentaire nationale. Cette situation semble liée aux troubles de croissance des plantes provenant des carences nutritionnelles et hormonales engendrées par les mauvaises pratiques agricoles (jachères précoces, absence de rotations culturales, surexploitation des espaces, etc.) des cultivateurs locaux. L'étude se propose d'améliorer la croissance de la plante, et donc sa production, par l'emploi des techniques hormonales de stimulation de croissance végétative. L'hormone utilisée est l'auxine (AIA<sub>3</sub>). Les paramètres de croissance évalués sont : la germination des graines, la croissance en longueur et en épaisseur des tiges, et la surface foliaire des plants.

## MATERIEL ET METHODES

### MATERIEL

Le matériel végétal utilisé est le gombo (*Abelmoschus esculentus* L., Malvaceae). Les graines de la plante ont été fournies par les coopératives villageoises du district de Diénga-

Lewa Passo (1 85' S ; 12°67' E), dans la province de l'Ogooué Lolo, au Sud-Est du Gabon (Lépengué *et al.*, 2007).

### METHODES

#### Mise en place de l'essai

Pour réaliser cette étude, 600 graines de gombo de bonne qualité germinative ont été désinfectées par trempage pendant 5 min. dans 1 L d'hypochlorite de sodium 1 %, et desséchées entre 2 épaisseurs de papier buvard (Lépengué *et al.*, 2010). Elles ont été ensuite divisées en 6 lots de 100 graines, et incubées dans des béciers contenant 500 ml des solutions d'auxine de concentrations respectives : 1, 10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup>, 10<sup>-3</sup>, 10<sup>-4</sup> et 10<sup>-5</sup>M. Un lot témoin de 100 graines a également été préparé, par immersion des organes dans 500 ml d'eau distillée. Après 24 h d'incubation, chaque lot de graines a abondamment été rincé dans 2 L d'eau distillée, séché entre 2 épaisseurs de papier buvard, et ensemencé dans des boîtes de culture cylindriques contenant 1 dm<sup>3</sup> de sol de texture argilo-limoneuse. Ce sol a préalablement été stérilisé par autoclave pendant 30 min à 120 °C (Lépengué *et al.*, 2009). Quatre graines de gombo ont été semées par boîte de culture ; soit 25 boîtes par traitement, et à 175 unités pour tout l'échantillonnage. Les cultures ont ensuite été transférées dans une serre en polyéthylène étanche et transparent, d'épaisseur 180 µm, à armatures métalliques, de dimensions 15 x 10 x 2,5 m<sup>3</sup> (Lépengué *et al.*, 2007). Chaque boîte a quotidiennement été arrosée avec 0,5 L d'eau distillée, jusqu'à la fin de l'expérimentation au 30<sup>e</sup> jour.

#### EFFET DE L'AUXINE SUR LA GERMINATION DES GRAINES DE GOMBO

La germination des graines a été estimée 48 h après les semis, selon le protocole de Askri *et al.* (2007), et l'inhibition de germination (% Ig) a été calculée à partir de la formule suivante (Lépengué *et al.*, 2010) :

$$\% Ig = \frac{Gt - Ge}{Ge} \times 100 \quad [1]$$

Où Gt est le nombre de graines de gombo germées dans les 25 boîtes témoins, et Ge le nombre de graines germées dans les 25 boîtes d'un essai quelconque

#### EFFET DE L'AUXINE SUR LES CROISSANCES EN LONGUEUR ET EN EPAISSEUR DES PLANTS DE GOMBO

La croissance longitudinale des plantes a été mesurée au 30<sup>e</sup> jour à l'aide d'un décimètre en considérant la hauteur allant du sol à la première fourche foliaire. La croissance secondaire (diamètre des plantes) a, quant à elle, été déterminée par la mesure de la circonférence des tiges, au niveau du collet, à l'aide d'un pied à coulisse numérique (de marque Fisherbrand,  $P \pm 0,01$  mm) (Lépengué *et al.*, 2007). L'influence de chaque traitement sur les deux types de croissance a été déterminée, comme précédemment à partir des moyennes de mesures essais et témoins des plantes [1].

#### EFFET DE L'AUXINE SUR L'EVOLUTION DE LA SURFACE FOLIAIRE DES PLANTES DE GOMBO

La surface foliaire des plantes a été estimée au 30<sup>e</sup> jour, à l'aide d'un papier calque transparent (de rapport masse/surface égal à 80 g/m<sup>2</sup>) (Lépengué *et al.*, 2009). Celui-ci a été découpé aux dimensions de la feuille, et les répliques sectionnées ont été pesées à la balance (Ohaus Analytic 60). Les surfaces foliaires ont ensuite été déterminées par équivalence des masses, et leurs variations calculées par analogie à l'équation [1].

#### DISPOSITIF EXPERIMENTAL ET ANALYSES STATISTIQUES

Toutes les expériences de ce travail ont été répétées 3 fois. L'étude a été conduite suivant un dispositif en bloc de Fisher, et les résultats soumis à une analyse de variance (ANOVA) à un critère d'évaluation, au logiciel Statistica 6.0.

En cas de différences significatives, les tests de comparaisons multiples de Newman-Keuls ont été utilisés, au seuil de 5 %.

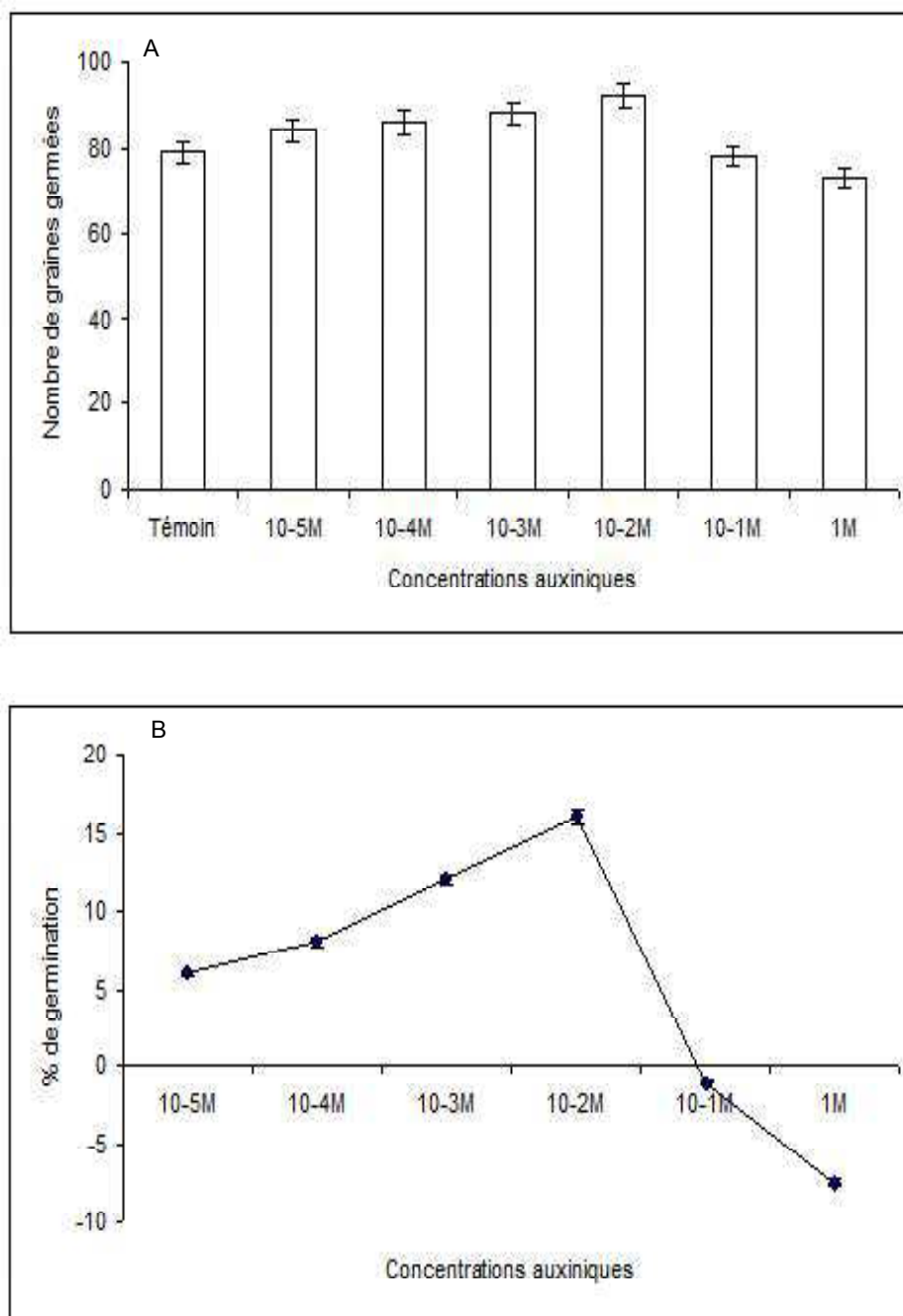
## RESULTATS

#### EFFET DE L'AUXINE SUR LA GERMINATION DES GRAINES DE GOMBO

Le traitement des graines de gombo à l'auxine a donné les résultats présentés aux figures 1A et 1B. L'analyse de ces résultats a montré que les concentrations élevées d'AIA<sub>3</sub>, supérieures à 10<sup>-2</sup>M ont inhibé la germination des graines. Les faibles concentrations auxiniques, inférieures ou égales à 10<sup>-2</sup>M ont en revanche, stimulé ce phénomène, proportionnellement à la dose hormonale utilisée. Les effets les plus significatifs ont été obtenus à la concentration de 10<sup>-2</sup>M, avec une hausse significative du taux de germination de 36 % (Figure 1B).

#### EFFET DE L'AUXINE SUR LA CROISSANCE EN HAUTEUR DES PLANTS DE GOMBO

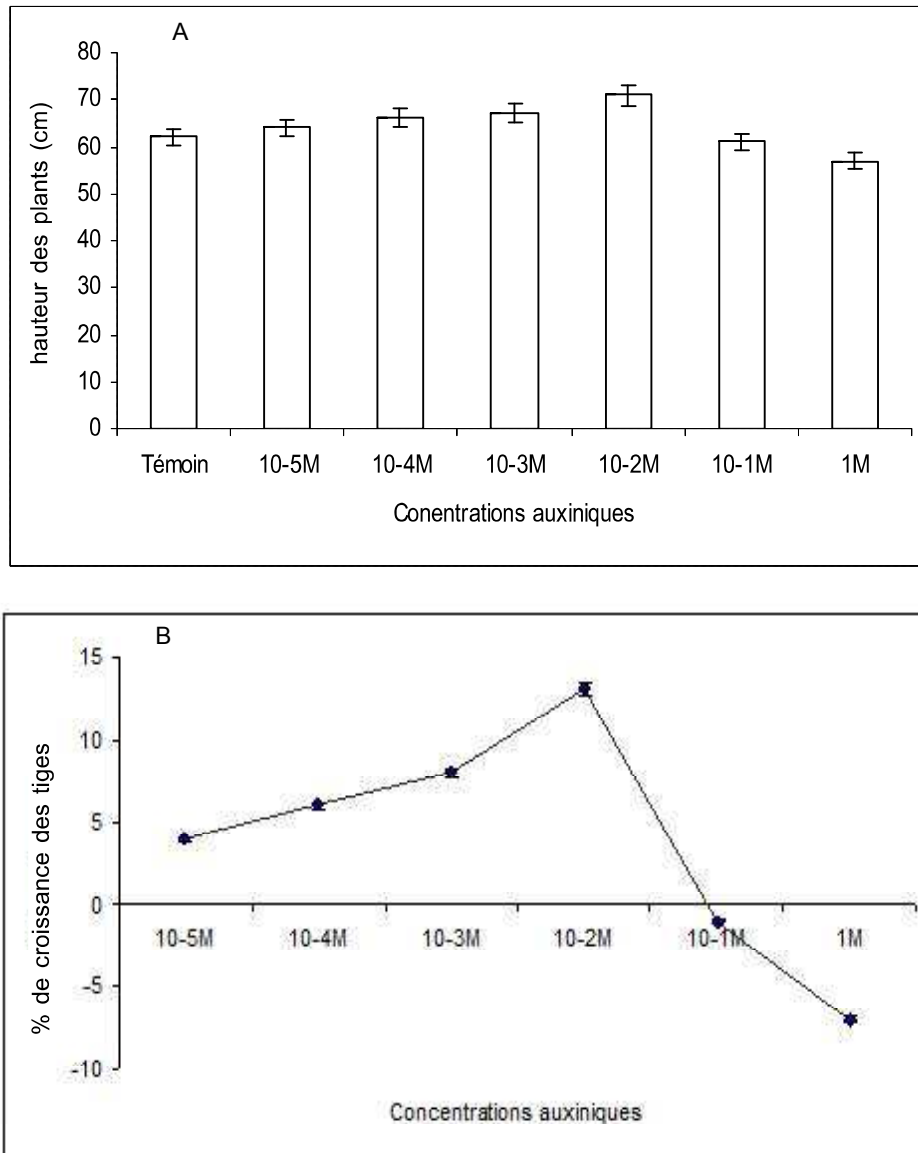
Les effets du prétraitement auxinique des graines de gombo sur la croissance en hauteur de ce légume sont présentés aux figures 2A et 2B. Les concentrations élevées de valeurs supérieures à 10<sup>-2</sup>M ont significativement réduit l'allongement des plants de gombo. Ce qui a conduit à l'obtention de cultures rabougries, de tailles inférieures à celles des témoins. Les faibles concentrations auxiniques, inférieures ou égales à 10<sup>-2</sup>M ont en revanche induit la croissance des plantes, proportionnellement aux concentrations utilisées. Les effets les plus significatifs ont alors été notés à la concentration de 10<sup>-2</sup>M, avec des taux d'accroissement de 24 %, par rapport aux plantes témoins.



**Figure 1 :** Effet des traitements auxiniques sur la germination des graines de gombo en serre.

*Effects of auxinic treatments on okra seed germination under greenhouse conditions.*

A : Nombre de graines germées suivant les traitements auxiniques appliqués ; B : Taux de germination des traitements auxiniques par rapport au traitement témoin / A : Seed's germination depending to the auxinic treatments ; B : Seed germination rate relatively to the control.



**Figure 2** : Effet des traitements auxiniques sur la croissance longitudinale des tiges de gombo en serre.

*Effects of auxine treatments on okra stem longitudinal growth under greenhouse conditions.*

A : Hauteur des tiges après 30 jours de culture ; B : Croissance longitudinale des plantes traitées par rapport aux plantes témoins / A : Stem's length depending to the auxinic treatments, after 30 days period ; B : Stem's growth rate relatively to the control.

#### EFFET DE L'AUXINE SUR LA CROISSANCE RADIALE DES PLANTS DE GOMBO

Il est clairement ressorti que l'AIA<sub>3</sub> a induit deux effets morphologiques différents, suivant les concentrations employées. En effet, pour les concentrations élevées, supérieures à 10<sup>-2</sup>M, cette hormone a inhibé la croissance radiale des plants, alors que des doses faibles de valeurs inférieures à cette limite ont plutôt favorisé ce phénomène (Figures 3A et 3B). La stimulation

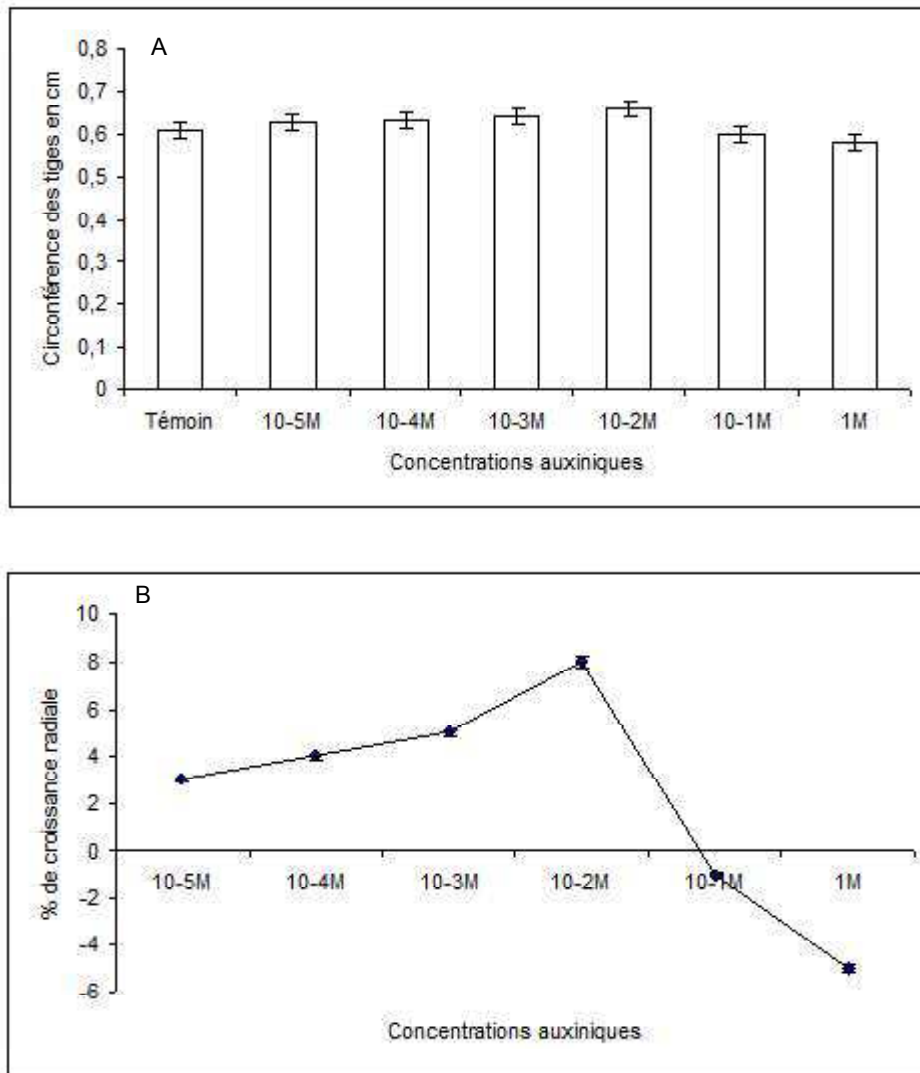
de la croissance radiale a été proportionnelle à la concentration d'auxine utilisée. Le meilleur effet a été obtenu à 10<sup>-2</sup>M, avec une hausse significative de 29 % (Figure 3B).

#### EFFET DE L'AUXINE SUR LA CROISSANCE DES SURFACES DES FEUILLES DE PLANTS DE GOMBO

Les figures 4A et 4B présentent les effets des prétraitements auxiniques des graines de gombo

sur la croissance des surfaces foliaires des plantes au 30<sup>e</sup> jour de culture. L'auxine a favorisé ou inhibé la croissance des feuilles de gombo, suivant les concentrations employées. Les doses élevées, supérieures à  $10^{-2}M$  ont réduit la croissance foliaire et conduit à la formation de feuilles de petites tailles de valeurs moyennes

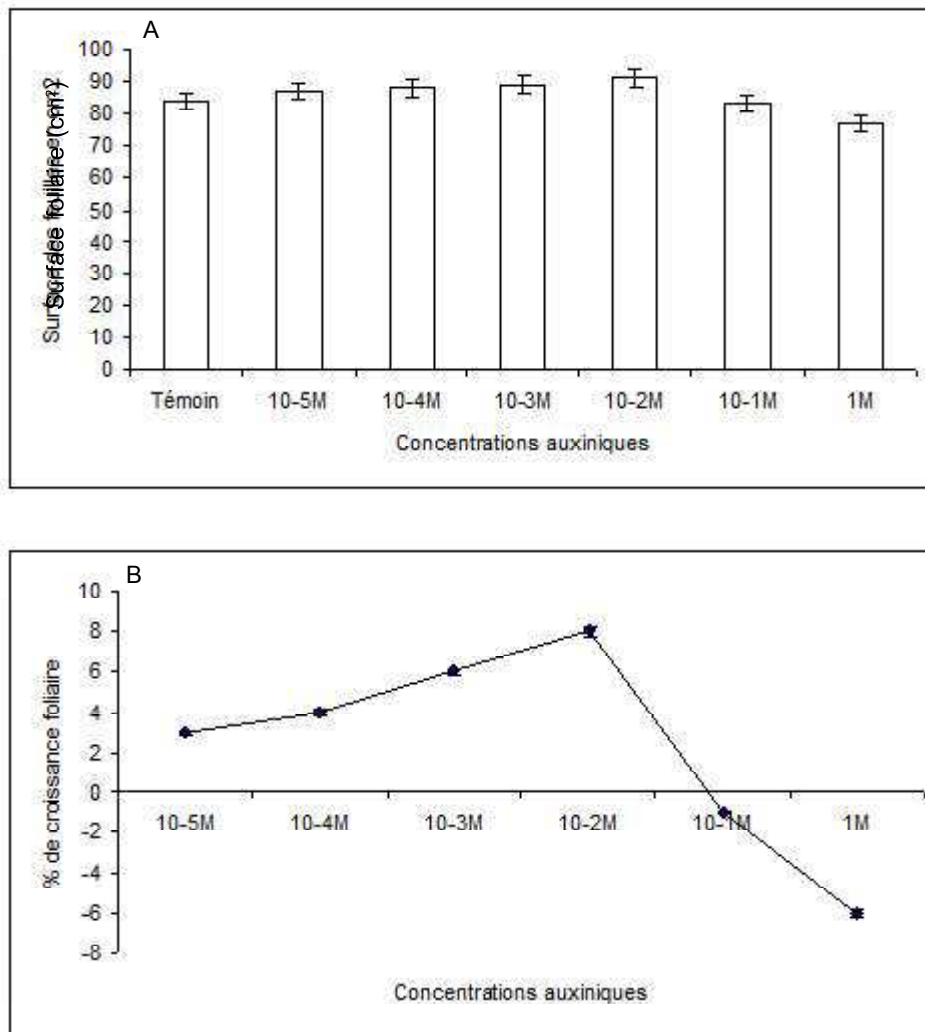
égales à  $30\text{ cm}^2$ . Les concentrations faibles ( $10^{-2}M$  à  $10^{-5}M$ ) ont par contre induit l'augmentation de ce paramètre morphométrique, proportionnellement aux doses hormonales utilisées. Les croissances les plus fortes ont ainsi été notées à la concentration de  $10^{-2}M$ , avec une augmentation significative de 35 %.



**Figure 3 :** Effet des traitements auxiniques sur la croissance latérale des tiges de gombo en serre.

*Effects of auxinic treatments on okra's stems diametric growth under greenhouse conditions.*

A : Circonférence des tiges après 30 jours de culture ; B : Croissance tangentielle des plantes traitées par rapport aux plantes témoins / A : Stem's circumference depending to the auxinic treatments, after 30 days period ; B : Stem's growth rate relatively to the control.



**Figure 4 :** Effet des traitements auxiniques sur la croissance des surfaces foliaires des plantes de gombo en serre.

*Effects of auxine treatments on okra leaf surface areas under greenhouse conditions.*

A : Surface des feuilles suivant les traitements appliqués après 30 jours de culture ; B : Variation des surfaces foliaires des plantes traitées par rapport aux plantes témoins / A : Leaves areas depending to the auxinic treatments, after 30 days period ; B : SLeaves areas' growth rate relatively to the control.

## DISCUSSION

Les résultats de ce travail ont montré que l'auxine a provoqué deux réactions morphologiques distinctes, suivant les concentrations utilisées : une inhibition des mesures des 4 paramètres étudiés (germination des graines, croissances longitudinale et radiale des tiges et surfaces foliaires des plants de gombo), à des doses élevées, supérieures à 10<sup>-2</sup>M, et une stimulation de ceux-ci, pour des valeurs hormonales faibles, inférieures ou égales à

10<sup>-2</sup>M. L'effet optimal a été noté à la concentration auxinique de 10<sup>-2</sup>M.

Si les effets de la gibbérelline sur la germination des graines de plantes sont assez bien connus, ceux des auxines restent mal définis à ce jour. En effet, aucune étude jusqu'alors n'a clairement démontré l'implication directe de l'auxine dans les processus de germination des graines. De nombreux travaux ont en revanche révélé le rôle déterminant de cette hormone dans la formation des racines (rhizogénèse) et des tiges (caulogénèse). Or, ces deux événements

constituent le prolongement de la germination, au sens botanique défini par Evenari (1957). La stimulation de la germination des graines par l'auxine pourrait donc découler des actions ciblées de cette hormone sur les processus germinatifs terminaux, plutôt que sur le déclenchement du phénomène lui-même. C'est ce qui expliquerait les stimulations de germination des graines de gombo observées après aux doses auxiniques inférieures ou égales à  $10^{-2}$ M.

La stimulation par l'auxine de la croissance en longueur et en épaisseur des tiges est un phénomène bien connu en physiologie végétale. Il découle de l'action inductrice de cette hormone sur les méristèmes caulinaires et cambiaux des plants traités (Heller *et al.*, 2006).

Sur les méristèmes caulinaires, l'auxine procède par induction de l'élongation cellulaire des tissus indifférenciés (Chen, 2001 ; Heller *et al.*, 2006). Cette molécule agit en se fixant sur des récepteurs membranaires de types Protons-ATPases, (Zhao *et al.*, 2002), occasionnant des acidifications des cellules qui aboutissent au ramollissement et à la distension plastique (donc irréversible) de la paroi cellulaire (Heller *et al.*, 2006) : c'est l'accroissement pariétal qui conduit à l'élongation cellulaire. (Compani et Nick, 2005).

Sur les méristèmes cambiaux, l'action auxinique consiste en l'induction de la prolifération des zones génératrices libéroligneuses (Aloni *et al.*, 2006). Elle conduit à la différenciation des couches xylémiques et phloémiques et aboutit à l'épaississement des tiges (Dubrovsky *et al.*, 2000 ; Leitz, 2001).

La réduction de différents indices morphométriques des plantes de gombo à des concentrations élevées (supérieures à  $10^{-2}$  M) semble relever d'un problème de toxicité chimique. Cette hypothèse s'accorde avec les conclusions de Baker et Weitzstein (2004) et de Staswick *et al.* (2005) qui ont rapporté la toxicité des doses élevées de cette molécule respectivement sur les plantes d'arachide et de haricot. Cette toxicité pourrait reposer sur deux actions distinctes, dites directe et indirecte (Cline, 1996 ; Heller *et al.*, 2006). L'action directe serait liée à la destruction des pompes membranaires protéiques réceptrices par de trop fortes concentrations auxiniques. Ce phénomène conduirait à la mort des cellules, à la suite des désorganisations de différents transports

intermembranaires des tissus hôtes (Hopkins, 2003 ; Heller *et al.*, 2006). L'action indirecte quant à elle, découlerait de la sécrétion et de l'accumulation de nouvelles hormones, annexes ou complémentaires aux actions auxiniques. C'est le cas notamment de l'éthylène ou des polyamines, dont la synthèse est induite par l'auxine (Coenen et Lomax, 1997 ; Tena et Renaudin, 1998). L'accumulation de toutes ces hormones aux mêmes sites fixateurs engendrerait des toxicités chimiques conduisant à la mort des cellules (Sandberg *et al.*, 1995).

## CONCLUSION

Aux concentrations élevées supérieures à  $10^{-2}$ M, l'auxine inhibe la germination des graines, la croissance longitudinale et radiale des tiges, et les surfaces foliaires des plants de gombo. A des concentrations réduites, inférieures ou égales à  $10^{-2}$ M, cette hormone stimule en revanche ces paramètres morphométriques. Des travaux à venir réalisés en plein champ devraient permettre d'éprouver les présents résultats pour envisager l'emploi de cette hormone dans les programmes d'amélioration de la production de gombo au Gabon.

## REFERENCES

- Aloni R., Aloni E., Langhans M. and C. Ullrich. 2006. Role of cytokinin and auxin in shaping root architecture: regulating vascular differentiation, lateral root initiation, root apical dominance and root gravitropism. *Ann. Bot.* 97 (5) : 883 - 893.
- Askri H., Rejeb S., Jebari H., Nahdi H. et M. N. Rejeb. 2007. Effet du chlorure de sodium sur la germination des graines de trois variétés de pastèque (*Citrus lanatus* L.). *Science et changements planétaires/Sécheresse* 18 (1) : 51 - 55.
- Baker C. M. and H. Y. Wetzstein. 2004. Influence of auxin type and concentration on peanut somatic embryogenesis. *Pl. Cell Tissue Organ Cult.* 36 (3) : 361 - 368.
- Chen J. G. 2001. Dual auxin signalling pathways control cell elongation and division. *J. Plant Growth Regul.* 20 : 255 - 264.
- Campani P. and P. Nick. 2005. Auxin-dependent cell division and cell elongation. 1-naphthaleneacetic acid and 2,4-



- dichlorophenoxyacetic acid activate different pathways. *Plant Physiology*, 137 : 939 - 948.
- Cline M. G. 1996. Exogenous auxin effects on lateral bud outgrowth in decapitated shoots. *Annals of Botany* 78 : 255 - 266.
- Coenen C. and T. L. Lomax. 1997. Auxin-cytokinin interactions in higher plants : old problems and new tools. *Trends in Plant Science* 2 : 351 - 356.
- Dubrovsky J. G., Doerner P. W., Colon-Carmona A. and T. L. Rost. 2000. Pericycle cell proliferation and lateral root initiation in *Arabidopsis*. *Plant Physiology* 124 : 1648 - 1657.
- Evenari M. 1957. Les problèmes physiologiques de la germination, *Bull. Soc. Fr. Physiol. Végét.*, 3 (4) : 105 - 124.
- FAO. 2004. Données de la FAOSTAT. Rapport N° 1 sur l'Afrique. [www.fao.org/docrep/006/J1954F/J1954f04.htm](http://www.fao.org/docrep/006/J1954F/J1954f04.htm)
- Heller R., Esnault R. et C. Lance. 2006. *Physiologie végétale. Développement. 6<sup>e</sup> édition de l'Abrégé*, édition Dunod, Paris, 366 p.
- Hopkins W. G. 2003. *Physiologie végétale. Edition de Boeck*, Université de Bruxelles, Belgique, 532 p.
- Leitz M. A. 2001. Vessel-element dimensions and frequency within the most current growth increment along the length of *Eucalyptus globulus* stems. *Trees Structure and Function* 15 : 353 - 357.
- Lépengué A. N., M'batchi B. et S. Aké. 2007. Impact de *Phoma sabdariffae* Sacc. sur la croissance et la valeur marchande de la roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) au Gabon. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 10 : 207 - 216.
- Lépengué A. N., Mouaragadja I., Chérif M., M'batchi B. et S. Aké. 2009. Effet du chlorure de sodium (NaCl) sur la croissance de la roselle au Gabon. *Afrique Science* (5) 3 : 97 - 110.
- Lépengué A. N., Mouaragadja I., M'batchi B. et S. Aké. 2010. Effet du Chlorure de sodium (NaCl) sur la germination et la croissance du maïs (*Zea mays* L. Poaceae) au Gabon. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 4 (5) : 1602 - 1609.
- Ndangui C. B., Kimbonguila A., Nzikou J. M., Matos L., Pambou-Tobi N. P. G., Abena A. A., Silou Th., Scher J. and S. Desobry. 2010. Nutritive Composition and Properties Physico-chemical of gumbo (*Abelmoschus esculentus* L.) Seed and Oil. *Research Journal of Environmental and Earth Sciences* 2 (1) : 49 - 54.
- Rubatzky V. E. and M. Yamaguchi. 1997. *World vegetables. Principles, production and nutritive values. Second Edition*. Inter. Thomson Publ., New York. pp : 681 - 686.
- Sandberg G., Sitbon F., Eklof S., Edlund A., Astot C., Blackwell J., Moritz T., Sundberg B. and O. Olsson. 1995. Regulation of auxin and cytokinin turnover in plants. 15<sup>th</sup> International Conference on Plant Growth Substances. Program-Abstracts 015, Minneapolis, USA.
- Staswick P. E., Serban B. and M. Rowe. 2005. Characterization and rooting ability of indole-3-acetic acid conjugates formed during rooting of mung bean cuttings. *Pl. Physiol.* 91 : 1080 - 1084.
- Tena G. and J. P. Renaudin. 1998. Cytosolic acidification but not auxin at physiological concentration is an activator of MAP kinases in tobacco cells. *The Plant Journal* 16 (2) : 173 - 182.
- Zhao H., Hertel R., Ishikawa H. and M. L. Evans. 2002. Species differences in ligand specificity of auxin-controlled elongation and auxin transport: comparing *Zea* and *Vigna*. *Planta* 216 : 293 - 301.