



Augmentation de la biomasse de la roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) par des traitements à l'acide borique, au Gabon

Alexis Nicaise LEPENGUE^{1*}, Alfred NGOMANDA², Nestor ENGONE²,
Jacques François MAVOUNGOU², Isaac MOUARAGADJA¹,
Séverin AKE³ et Bertrand M'BATCHI¹

¹Laboratoire de Biodiversité, Biologie et physiologie végétales, Unité de recherche Agrobiologie, Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM) ; BP 067 Franceville, Gabon

²Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET), BP 13354 Libreville, Gabon.

³Laboratoire de Physiologie végétale, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan ;
22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant, E-mail: lepengue_nicaise@yahoo.fr,
Tel/Fax : (00241) 67 77 36 / 07684362 / 06764738

RESUME

Pour intensifier la production de la roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*), une plante à forte valeur marchande au Gabon, un essai de stimulation de la croissance végétale a été réalisé par prétraitement des graines à différentes solutions d'acide borique (H_3BO_3). L'effet inducteur a été mesuré par la variation de matière sèche des racines, des tiges et rameaux, des feuilles et des fruits des plantes âgées de 100 jours. Les résultats montrent que l'acide borique a induit 2 actions morphologiques opposées : la réduction de la matière sèche des organes à des concentrations élevées, supérieures à 10^{-10} M, et l'augmentation de celle-ci, pour des concentrations faibles inférieures à cette valeur. Les stimulations les plus importantes ont été induites par les concentrations de 10^{-10} M, avec des hausses de matière sèche supérieures à 30%. L'emploi de l'acide borique est donc théoriquement envisageable dans les programmes d'amélioration de la production de la roselle au Gabon.

© 2012 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Acide borique, Roselle, Prétraitement, Biomasse, Augmentation, Diminution

INTRODUCTION

La roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*), est une plante maraîchère de la famille des Malvaceae. C'est un végétal d'exploitation facile, peu exigeant en nature de sol, et cultivable sur toute la saison et sous un large spectre thermique (20 °C à 35 °C) (Mouaragadja et M'batchi, 1998). Au Gabon, la roselle est principalement cultivée pour des raisons alimentaires et médicinales (Lépengué et al., 2007). Au niveau alimentaire, les

feuilles de cette plante sont fortement consommées comme légumes de cuisine, et les calices utilisés pour l'extraction d'une boisson acidulée, localement appelée jus d'oseille ou "bissap" (Lépengué et al., 2008). En pharmacopée, les infusions de roselle sont préconisées dans les traitements de plusieurs pathologies : scorbut, toux, infections pulmonaires, constipation etc. Ces extraits végétaux présentent également des propriétés

© 2012 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i1.18>

diurétique, astringente, laxative, purgative ou antiseptique (Lépengué et al., 2009).

Malgré les nombreuses facilités culturelles offertes par cette plante, ses différents produits et sous produits ne sont jamais permanemment disponibles sur le marché local national. De nombreuses ruptures de stock sont quotidiennement enregistrées durant toute l'année ; ce qui engendre des inflations pouvant hausser les prix du simple au triple (Lépengué et al., 2010). Le problème est d'autant plus inquiétant que le pays ne dispose ni de champs de culture étatique, ni de techniques fiables de conservation, susceptibles d'amoinrir l'impact de ces nombreuses pénuries. Les solutions d'augmentations de surfaces agraires périurbaines expérimentées il y a une dizaine d'années n'ont pas conduit aux effets escomptés, en raison principalement de l'exode rural, de la croissance des populations citadines, de l'extension des villes et de diverses restrictions de déforestation liées à la gestion de la biodiversité (Meyo Bibang, 2003). Aujourd'hui, la résolution du problème s'oriente de plus en plus vers l'intensification des productions sur les surfaces réduites, c'est-à-dire vers l'accroissement des biomasses végétales. Ce qui implique la conception des techniques de stimulation des paramètres morphométriques de cette plante. C'est dans ce cadre que se situe le présent travail. Il a pour but d'induire la croissance et le développement de la roselle par des traitements à l'acide borique (H_3BO_3). Ce composé chimique a été choisi sur la base des effets physiologiques stimulateurs rapportés par Zouzou (2000) sur le blé, Legrand (2006) sur le cèdre, et Mongenet (1986) sur le tournesol. L'indice morphométrique mesuré dans cette étude est la matière sèche (MS) de différentes parties de la plante, à savoir : les racines, les tiges, les feuilles et les fruits.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Le matériel végétal utilisé était la roselle, cultivar RV2. C'est une plante à grandes feuilles vertes et à tiges rouges, particulièrement appréciée en cuisine locale,

pour sa saveur acidulée caractéristique (Lépengué et al., 2008).

Mise en place de l'essai

Trois cent (300) graines de roselle issues des champs de l'Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM), et de bonne qualité germinative, ont été désinfectées par trempage pendant 5 minutes dans 1 L d'hypochlorite de sodium 1% (Lépengué et al., 2008). Elles ont ensuite été rincées dans 10 L d'eau distillée stérile, séchées entre deux épaisseurs de papier buvard, et trempées à nouveau dans 5 béchers gradués contenant chacun 500 ml de solutions d'acide borique de concentrations respectives 10^{-14} M, 10^{-12} M, 10^{-10} M, 10^{-8} M et 10^{-6} M (Zouzou, 2000). Un sixième bécher servant de témoin a également été préparé par le même procédé, mais en utilisant 500 ml d'eau distillée. Les échantillons ont ensuite été incubés à l'obscurité et à la température ambiante du laboratoire (moyenne 25 °C). Après 24 h d'immersion, les graines ont été retirées de différentes solutions incubatrices, et semencées dans des pots de culture de forme cylindrique (diamètre 15 cm ; profondeur 20 cm), contenant une terre arable de texture argilo limoneuse, préalablement stérilisée par autoclave pendant 30 minutes à 120 °C (Lépengué et al., 2010). Pour chaque traitement, 10 pots contenant chacun 4 graines ont été préparés ; ce qui correspond à 40 graines par traitement, et à 240 unités (soit 60 pots) pour l'ensemble de l'échantillonnage. Les préparations ont par la suite été transférées dans une serre métallique de dimensions 10 x 5 x 2 m³, recouverte d'un film plastique en polyéthylène d'épaisseur 180 µm, et arrosées quotidiennement avec 500 ml des solutions expérimentales correspondantes.

Récolte et évaluation de la matière sèche des organes

Tous les organes (racines, tiges et rameaux, feuilles et fruits) ont été récoltés au 100^e jour, correspondant à la fin de la fructification des plantes. Les racines ont été prélevées après un arrosage abondant des pots,

pour faciliter l'extraction. Ensuite, les organes ont été séchés séparément dans une étuve (JP Selecta, CE 96) à la température de 60 °C. Après 2 semaines d'incubation, les organes y ont été retirés et pesés à la balance de précision (Ohaus Analytic 60, USA) (Lépengué et al., 2007).

Analyses statistiques

Toutes les expériences de ce travail ont été répétées 3 fois et les données obtenues soumises à une analyse de variance, à un critère d'évaluation, au logiciel Statistica 6.0. Les moyennes des mesures ont ensuite été discriminées par les tests de comparaisons multiples de Newman-Keuls, au seuil de 5%.

RESULTATS

Effet de l'acide borique sur la croissance de matière sèche de racines

Les résultats des prétraitements des graines de roselle à l'acide borique sur la matière sèche racinaire ont été présentés à la Figure 1. Leur analyse a révélé que les concentrations de 10^{-8} M et 10^{-6} M réduisaient la synthèse de biomasse des racines des plantes de roselle. Les valeurs obtenues ont en effet été inférieures au moins de 15% à celles des plantes témoins. Toutes les autres concentrations ont en revanche induit des augmentations des valeurs de matière sèche des racines de roselle. Les histogrammes donnent une figure en forme de cloche, avec un pic de valeur 2,03 kg de MS à la concentration de 10^{-10} M. Ce qui correspond à une hausse significative de biomasse de 42% par rapport au témoin.

Effet de l'acide borique sur la croissance de matière sèche des tiges et rameaux

Les impacts du prétraitement des graines de roselle sur l'accumulation de matière sèche des tiges et rameaux de cette plante ont été résumés à la Figure 2. Leur

analyse a montré qu'à l'exception des concentrations de 10^{-8} M et 10^{-6} M qui ont réduit la synthèse de matières sèches de la roselle, toutes les autres doses boriques ont engendré des augmentations variées de ce paramètre morphométrique. Les accumulations les plus efficaces ont été obtenues avec les concentrations de 10^{-12} M (6,41 kg de MS) et 10^{-10} M (6,90 kg de MS), avec des augmentations significatives respectivement de 11% et 19%.

Effet de l'acide borique sur la croissance de matière sèche foliaire

Les résultats de formation de matière foliaire des plantes de roselle traitées à l'acide borique ont été synthétisés et présentés à la Figure 3. Leur examen a révélé que les concentrations boriques de 10^{-8} M et 10^{-6} M réduisaient la formation de matière sèche des feuilles de roselle. Toutes les autres concentrations ont en revanche augmenté la biomasse foliaire de cette plante. Les meilleures accumulations ont été observées aux concentrations de 10^{-12} M et 10^{-10} M, avec des valeurs respectives de 2,61 kg de MS et 2,92 kg de MS, correspondant à des hausses significatives de 18% et 31%.

Effet de l'acide borique sur la croissance de matière sèche des fruits

La Figure 4 présente les résultats de la quantité de matière sèche produite par les fruits de plantes de roselle prétraitées à l'acide borique. Leur examen a clairement montré qu'à l'exception des concentrations de 10^{-8} M et 10^{-6} M, tous les traitements d'acide borique ont diversement favorisé l'accumulation de matière sèche des fruits de roselle. Les augmentations les plus significatives ont été obtenues aux concentrations de 10^{-12} M et 10^{-10} M, avec des valeurs respectives de 0,86 kg de MS et 0,93 kg de MS, correspondant à des hausses respectives de 23% et 33%.

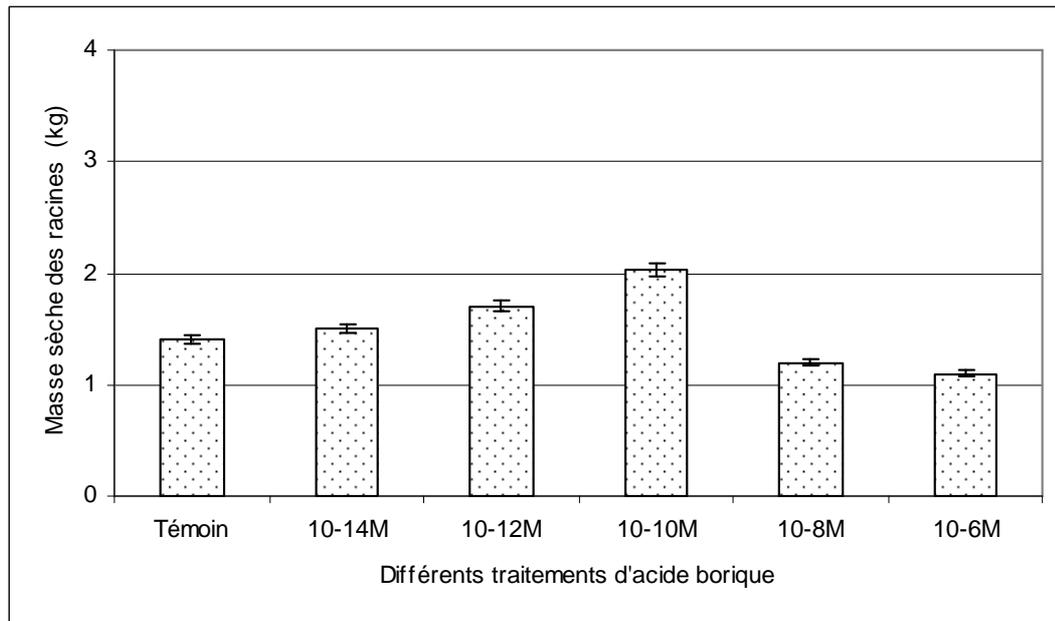


Figure 1 : Effet de différentes concentrations d'acide borique sur l'accumulation de matière sèche des racines de roselle au bout de 100 jours de culture en serre.

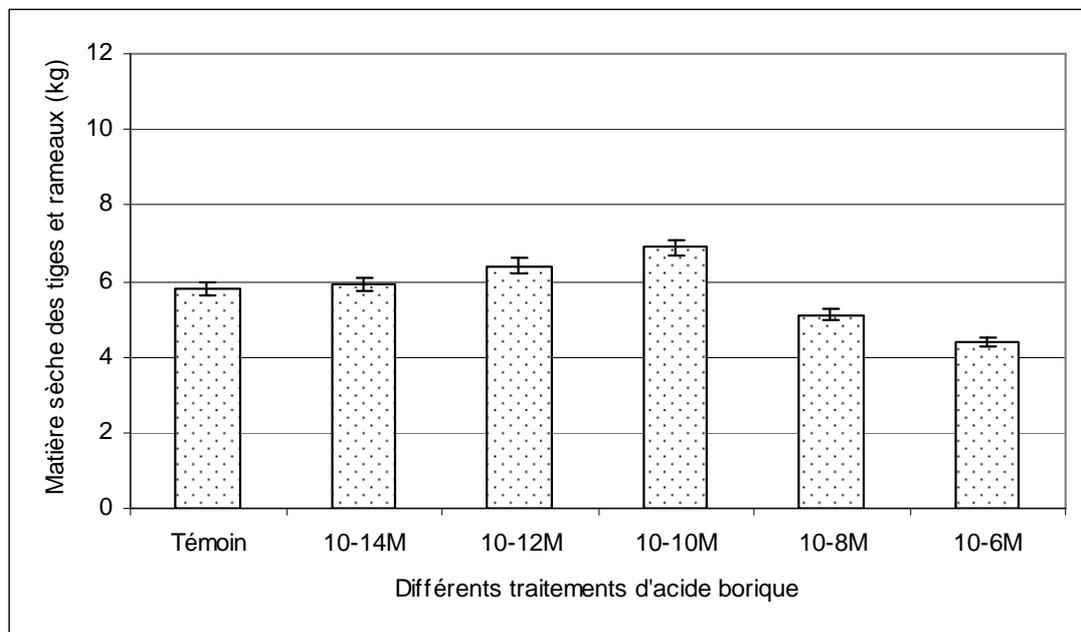


Figure 2 : Effet de différentes concentrations d'acide borique sur l'accumulation de matière sèche des tiges et rameaux de roselle au bout de 100 jours de culture en serre.

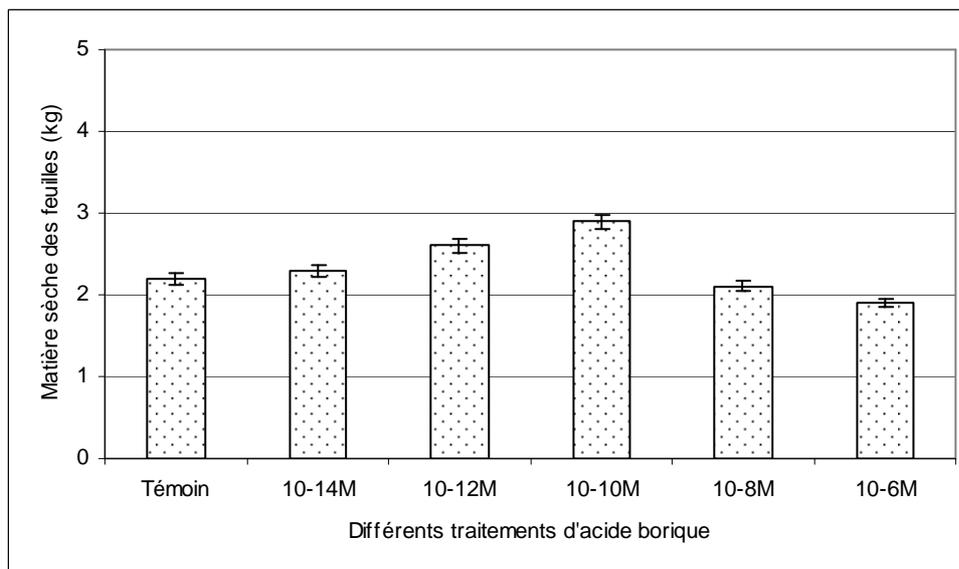


Figure 3 : Effet de différentes concentrations d'acide borique sur l'accumulation de matière sèche des feuilles de roselle au bout de 100 jours de culture en serre.

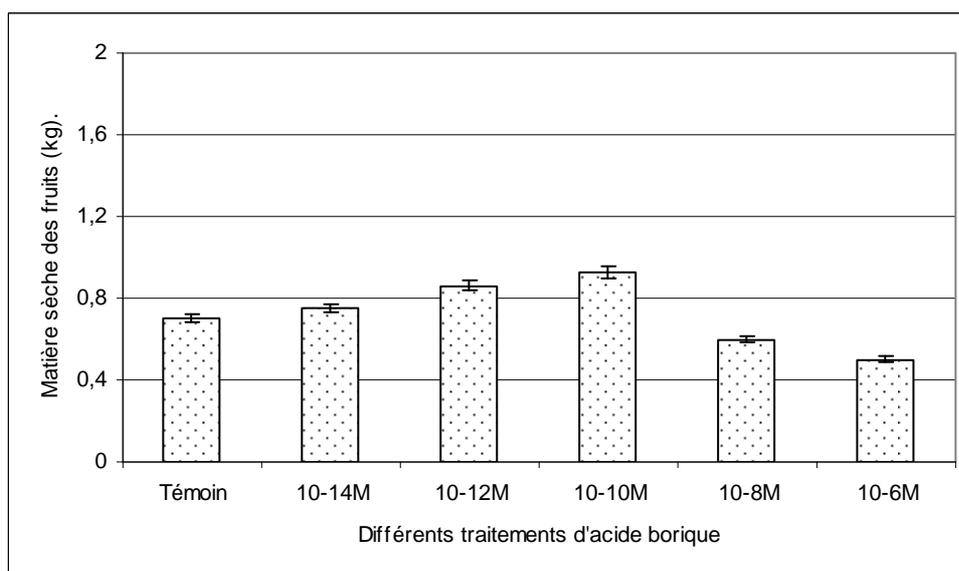


Figure 4 : Effet de différentes concentrations d'acide borique sur l'accumulation de matière sèche des fruits de roselle au bout de 100 jours de culture en serre.

DISCUSSION

Les résultats de cette étude ont révélé que l'acide borique induisait 2 actions physiologiques opposés : l'augmentation de la matière sèche des organes de la roselle (racines, feuilles, tiges, fruits), à des concentrations comprises entre 10^{-14} M et 10^{-10} M, et la réduction de celle-ci, pour des teneurs inférieures à 10^{-10} M. Des résultats similaires ont déjà été signalés par Lépengué et al. (2010) sur la même plante, Benavides et Alzate (2000) sur le bananier plantain, et Zouzou (2000) sur le blé.

Les mécanismes réactionnels de l'acide borique sont encore assez mal connus à ce jour, malgré la multiplicité et la polyvalence d'actions observées sur de nombreuses plantes, notamment, le céleri, la betterave, la luzerne etc. (Duval, 1995). Plusieurs hypothèses ont de ce fait été avancées par de nombreux auteurs pour expliquer ces différentes actions. Ce sont : l'induction d'édification des parois végétales, la mobilisation des composés glucidiques et la synthèse de phytohormones (Jacquemard, 1995).

L'action inductrice d'édification pariétale consiste en une stabilisation de l'édifice pariétal, par complexation des ions bore avec les ions calcium (Ca^{2+}) (Hopkins, 2003). Cette action aboutirait à une rigidification rapide des parois néoformées, et à l'accélération des dépôts de nouvelles couches pariétales. Il s'en suit une élongation pariétale précoce qui aboutit à une accélération de la synthèse cellulaire, donc à l'accumulation des matières sèches des organes. Cette hypothèse est soutenue par de nombreux auteurs, notamment Lombin et Bates (1982), et Duval (1995).

Pour l'hypothèse de mobilisation glucidique, l'induction physiologique proviendrait de l'action du bore sur les pompes protéiques de types ATPases, enchâssées dans les membranes cellulaires (Hopkins, 2003). Cette action désorganiserait le fonctionnement des pompes ATPases conduisant à une acidification du milieu intérieur, et à la mobilisation des composés glucidiques (Pendias et Pendias, 1992). Le mécanisme serait proche de celui du chargement phloémique et de la translocation des glucides dans la sève élaborée (Hopkins, 2003). Le contre

transport des protons vers les cellules de compagnie engendrerait un cotransport des cations K^+ ou Mg^+ et des composés osidiques vers le cytoplasme des cellules du tube criblé (Heller et al., 1994). Les glucides ainsi mobilisés finiraient par atteindre les différents organes de la plante, où ils répondraient aux divers besoins énergétiques de la plante (Jacquemard, 1995). Cette action aboutirait à une stimulation de la croissance et du développement de la plante (Heller et al., 1994).

Les mécanismes d'action du bore dans la synthèse des phytohormones ne sont pas encore très bien connus à ce jour. Mais, de nombreux travaux révèlent que la présence de ce composé induit la synthèse de l'auxine et de ses dérivés structuraux, celle de la gibbérelline ou de l'éthylène (Kocabek et al, 2009 ; Legrand, 2006). Toutes ces actions qui aboutissent à la formation des phytohormones, substances stimulatrices des mécanismes physiologiques de croissance et de développement des végétaux, sont donc indirectement responsables de l'édification morphogénétique des plantes, c'est-à-dire de l'accumulation de matières sèches végétales. Ce mécanisme constitue donc une voie d'explication possible de la hausse de matière sèche observée dans notre étude.

Les réductions de matière sèche de tous les organes de part et d'autre de la concentration borique de 10^{-10} M semblent résulter d'une différence de sensibilité physiologique cellulaire aux doses chimiques apportées. Dans le premier cas (doses de bore supérieures à 10^{-10} M), la baisse de matière sèche pourrait être liée à des phénomènes de toxicité borique, comme l'ont suggéré Séguin (1985) sur le cresson, et Zouzou (2000) sur le blé. La concentration de 10^{-10} M constituerait donc un seuil au-delà duquel l'acide borique déclencherait des phénomènes de stress chimique chez la roselle.

Pour les plantes traitées aux concentrations d'acide borique inférieures à 10^{-10} M, la réduction de matière sèche serait liée à un déficit quantitatif du produit dans les solutions nutritives. (Notons que malgré cette baisse, les biomasses obtenues restent dans tous les cas supérieures à celles des témoins). A de faibles concentrations, l'effet inducteur de l'acide borique serait proportionnel aux doses chimiques appliquées.

Conclusion

L'acide borique induit des augmentations de matière sèche de la roselle à de très faibles doses (inférieures ou égales à 10^{-10} M). Les meilleures stimulations morphométriques sont obtenues aux concentrations de 10^{-10} M, avec des hausses de matière sèche, dans l'ensemble supérieures 15%. Ces résultats laissent envisager la possibilité d'intégration de ce composé dans les programmes d'amélioration des productions de la roselle au Gabon. Les études à venir devraient permettre d'éprouver la validité et la transposition de ces résultats en conditions naturelles.

REFERENCES

- Benavides BMM, Alzate AG. 2000. Dynamique du bore dans le sol d'une plantation de bananiers plantain (*Musa* AAB cv. "Dominico harton") de la région du Quindio, Colombie. *InfoMusa.*, **11**(1): 30-33.
- Duval J. 1995. La Luzerne et le Bore. Document de synthèse ; projet pour une agriculture écologique, Mc Grill University, Canada, 12 p.
- Heller R, Esnault R, Lance C. 1994. *Physiologie Végétale, Nutrition* (5^e éd. de l'Abrégé). Éditions Masson : Paris ; 294 p.
- Hopkins WG. 2003. *Physiologie Végétale*. Edition de Boeck, Université de Bruxelles : Belgique ; 532 p.
- Jacquemard JC. 1995. *Le Palmier à Huile*. Edition Maisonneuve et Larose : Paris, France ; 207 p.
- Kocabek T, Svoboda Z, Alzwiiall M, Rolfé SA, Fellner M. 2009. Boron regulated hypocotyls elongation is affected in Arabidopsis mutants with defected in light signalling pathways. *Environmental and Experimental Botany*, **67**(1): 101-111.
- Legrand P. 2006. Fertilisation de jeunes cèdres de l'Atlas carencés en bore dans le massif central. *Revue Forestière Française*, **58**(6): 509-520.
- Lépengué AN, M'batchi B, Aké S. 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 AN, M'batchi B, Aké S. 2008. Production, caractérisation et utilisation des composés toxiques de *Phoma sabdariffae* Sacc. dans la sélection des cultivars résistants de roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) au Gabon. *Agronomie Africaine*, **20**(1): 59-67.
- Lépengué AN, Mouaragadja I, Chérif M, M'batchi B, Aké S. 2009. Effet du chlorure de sodium (NaCl) sur la croissance de la roselle au Gabon. *Afrique Science*, **5**(3): 97-110.
- Lépengué AN, Mouaragadja I, Camara B, Kone D, M'batchi B, Aké S. 2010. Effet de l'acide borique sur la croissance de la roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) au Gabon. *Tropicicultura* (sous presse).
- Lombin GL, Bates TE. 1982. Comparative responses of peanuts, alfalfa, and soybeans to varying rates of boron and manganese on two calcareous Ontario soils. *Canadian Journal of Soil Science*, **62**: 1-9.
- Meo Bibang F. 2003. Le Gabon, le Monde (nouvelle édition). Collection Hatier: Paris ; 80 p.
- Mongenot PF. 1986. Acide borique et développement de la plantule de tournesol. Etude préliminaire de ses effets sur l'allongement de l'hypocotyle (essais *in vivo* et *in situ*). Interactions (*in situ*) avec l'acide indolyl-3 acétique et l'acide phénylacétique. Thèse, Faculté de Pharmacie, Université de Franche-Comté, Besançon, 195 p.

- Mouaragadja I, M'batchi B. 1998. Etude et identification de la pourriture de l'oseille de Guinée au Gabon. *Fruits*, **53**(1): 57-68.
- Pendias AK, Pendias HK. 1992. *Trace Elements in Soils and Plants*. CRC edition, Boca Raton: Floride; 365 p.
- Séguin A. 1985. Contribution à l'étude des acides indolyl-1 acétique et indolyl-2 acétique. Propriétés chromatographiques (CCM), spectroscopiques, (UV, IR, RMN, Masse) et physiologiques (effets sur la croissance des coléoptiles de blé, racine de cresson, et plantule de lentille). Comparaison avec l'acide indolyl-3 acétique et l'indole. Thèse d'Etat, Faculté des Sciences et Techniques de l'Université de Franche-Comté, Besançon, 295 p.
- Zouzou M. 2000. Effets des acides boriques, phénylboronique et diphenylboronique sur l'élongation des fragments de coléoptile de blé : comparaison avec les acides phénylacétique et indole-3-acétique. *Bioterre*, **1**(1): 67-74.