

INFLUENCE DU CHLORURE DE SODIUM SUR LA PRODUCTION DE BIOMASSE DE LA ROSELLE (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) AU GABON

A. N. LEPENGUE¹, I. MOUARAGADJA¹, A. MULOWAY KALENDA¹, S. AKE² et B. M'BATCHI¹

¹Laboratoire de phytopathologie, Unité de recherche Agrobiologie, Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM), BP 067 Franceville, Gabon. Email : lepengue_nicaise@yahoo.fr

²Laboratoire de Physiologie végétale, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

RESUME

Le chlorure de sodium entrave la culture de nombreuses plantes alimentaires dans la zone côtière du Gabon. Pour déterminer l'impact global de ce composé sur la roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*), culture à forte valeur marchande, une étude de la matière sèche des différents organes (racines, tiges et rameaux, feuilles et fruits) de cette plante a été réalisée. Pour cela, les graines ont été prétraitées dans 5 solutions salines de concentrations variant entre 1 g l⁻¹ et 5 g l⁻¹, et cultivées dans des pots, en conditions de serre. Les différents organes ont ensuite été prélevés au 100^e jour et séchés séparément à l'étuve à 60 °C, puis pesés à la balance. Les résultats montrent que le NaCl a induit une augmentation significative des biomasses des différents organes étudiés, à la teneur de 1 g l⁻¹. Au delà de cette valeur, les concentrations ont, en revanche, engendré des réductions de biomasse proportionnellement aux doses appliquées. A faibles doses, le NaCl peut donc être utilisé comme fertilisant dans les programmes d'amélioration des rendements de plantes de roselle.

Mots clés : NaCl, roselle, prétraitement, biomasse, augmentation, réduction, Gabon.

ABSTRACT

THE IMPACT OF SODIUM CHLORIDE ON ROSELLE BIOMASS GROWTH

Sodium chloride has a negative impact on the growth of many market garden plants in the littoral areas of Gabon. The study aims to assess the effects of this compound on the roselle plant (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*). So, the biomass of roselle organs was measured after seed pretreatment through immersion in 5 NaCl solutions, prior to cultivation under greenhouse conditions. The roselle organs were cropped after 100 days, dried at 60 °C and weighed. Results show that NaCl solutions increased significantly the biomass of the different organs investigated at an NaCl concentration of about 1 g l⁻¹. However, higher concentrations above this value decreased roselle biomass proportionally to the NaCl rate. Hence, the use of NaCl at low rates may be envisioned to improve roselle yield in Gabon.

Keywords : NaCl, roselle, pretreatment, biomass yield, fertilization, dry matter, Gabon.

INTRODUCTION

La roselle ou oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*, Malvaceae) est une plante maraîchère de grande consommation au Gabon (Chenu *et al.*, 1986). C'est une plante à usage multiple tant en alimentation qu'en médecine traditionnelle. Au niveau alimentaire, les feuilles sont consommées comme légumes en sauce, et les fruits destinés à la fabrication d'une boisson acidulée et tonifiante, localement appelée jus d'oseille ou "bissap" (Lépengué *et al.*, 2007). En pharmacopée, les infusions de la roselle sont préconisées dans les traitements de la toux, du scorbut et du cholestérol. On lui attribue aussi les propriétés diurétiques, laxatives, sédatives, purgatives, digestives, etc. (Perry, 1980).

Les productions de cette plante sont fortement réduites sur les zones côtières gabonaises, par une affection indéterminée, caractérisée par l'apparition de chloroses et d'étiollements foliaires (Lépengué *et al.*, 2009). Selon les cultivateurs de la région, cette pathologie serait liée à la toxicité saline issue des eaux salées du front de mer (Lépengué *et al.*, 2009). La limitation de cette maladie à la zone côtière milite en faveur de cette hypothèse. Par ailleurs, les conclusions de certains travaux réalisés sur des pathologies similaires au Maroc et en Tunisie (Denden *et al.*, 2005) renforcent cette présomption. Au Gabon, aucune étude scientifique n'a jusqu'à ce jour éprouvé cette hypothèse, pour la valider, et permettre son exploitation agrono-mique. C'est pour cette raison que nous avons initié un ensemble de travaux visant à déterminer le rôle (qualitatif et quantitatif) du NaCl dans l'apparition des troubles pathologiques (chlorose, étiollement) et la réduction des paramètres morphométriques observées. Les résultats préliminaires ont suggéré l'existence d'une relation de causalité entre la salinité et la symptomatologie apparue (Lépengué *et al.*, 2011). Dans le présent travail, nous abordons l'étude quantitative, en vue d'évaluer l'impact du NaCl sur les rendements de la roselle. Le paramètre morphométrique évalué est la matière sèche (MS) de différents organes, à savoir les racines, les feuilles, les tiges, les fruits et les rameaux.

MATERIEL ET METHODES

MATERIEL

Le matériel végétal utilisé a été RV2, un cultivar de la roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*). Ce cultivar se caractérise par des plants à grandes feuilles vertes et à tiges rouges, particulièrement apprécié en cuisine locale, pour son fort goût acidulé (Lépengué *et al.*, 2007). Les graines utilisées ont été gracieusement offertes par les coopératives villageoises du District de Diénga-Lewa Passo (1 85' S, 12°67' E), au Sud Est du Gabon.

METHODES

Mise en place de l'essai

Trois cent graines de roselle de bonne capacité germinative ont été désinfectées par trempage pendant 5 min dans 1 L d'hypochlorite de sodium 1 % (Lépengué *et al.*, 2009). Elles ont été ensuite rincées dans 10 L d'eau distillée stérile, séchées entre deux épaisseurs de papier buvard, et trempées à nouveau dans 6 éprouvettes graduées contenant chacune, 0,5 L de solutions salines de concentrations respectives de 0 g l⁻¹ (Témoin), 1 g l⁻¹ (Traitement T 1 %), 2 g l⁻¹ (Traitement T 2 %), 3 g l⁻¹ (Traitement T 3 %), 4 g l⁻¹ (Traitement T 4 %) et 5 g l⁻¹ (Traitement T 5 %). Les échantillons ont ensuite été incubés à l'obscurité, à la température ambiante (moyenne 25 °C). Après 24 h d'immersion, les graines ont été retirées des différentes solutions et ensemencées 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 min à 120 °C. Pour chaque traitement, 10 pots contenant chacun 4 graines ont été préparés ; ce qui correspond à 40 graines pour chaque traitement, et donc, à 240 graines (soit 60 pots) pour l'ensemble de l'échantillonnage. Les préparations ont été transférées par la suite dans une serre métallique de dimensions 10 x 5 x 2 m³, recouverte d'un film plastique en polyéthylène d'épaisseur 180 µm, puis arrosées quotidiennement avec 500 ml de solutions salines correspondantes. L'expérience a été répétée 3 fois.

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 après semis, correspondant à la fin de la fructification des plants. 20 plants ont été retenues, au hasard, par traitement, pour déterminer la matière sèche végétale. Ce qui a permis de conserver l'homogénéité de la matrice après les variations introduites par les différences de germination des graines. Les racines ont été prélevées après un arrosage des pots, pour faciliter leur extraction. Les différents organes ont ensuite été séchés séparément à l'étuve (JP Selecta 96) à 60 °C. Après 2 semaines d'incubation, les organes ont été retirés et pesés (Ohaus Analytic 60).

Les taux de variation de masse (%V) ont été calculés à l'aide de la formule suivante (Lépengué *et al.*, 2007) : L'expérience a été répétée 3 fois

$$\%V = \frac{Mtr - Mte}{Mte} \times 100$$

Où, Mte est la masse des organes témoins et Mtr, celle du traitement.

Analyse statistique

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, avec le 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 DU NaCl SUR LA PRODUCTION DE MATIERE SECHE DES RACINES DE LA ROSELLE

L'effet des concentrations de NaCl sur la production en matière sèche des racines sont présentés par la figure 1. L'analyse de cette figure a montré que les faibles salinités (T 1 %) ont permis d'accroître la production en matière sèche des racines, avec des valeurs de 1,5 kg de MS,

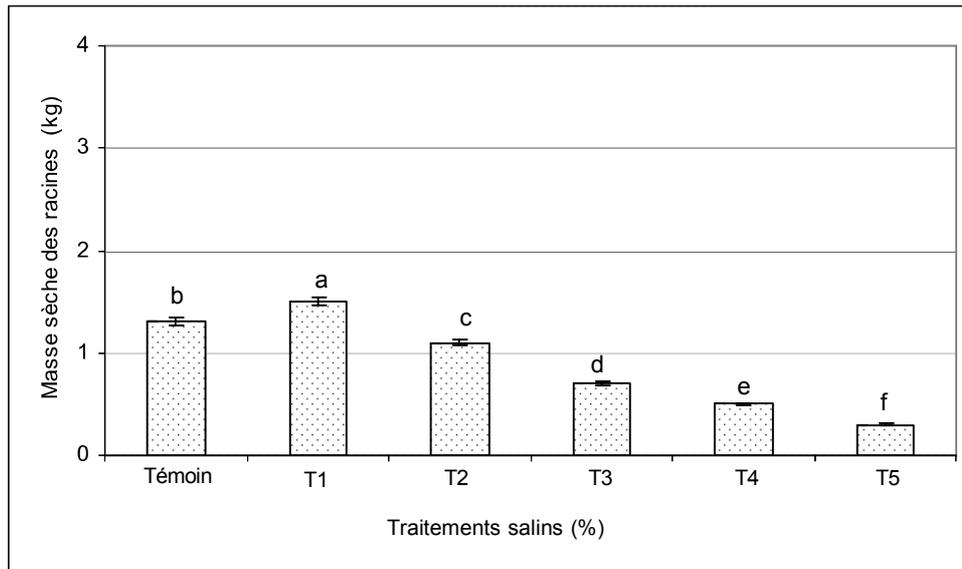
correspondant à une hausse de 16 %, par rapport au témoin. Par contre, tous les traitements à forte salinité ont provoqué une réduction de la quantité de matière sèche, avec une incidence proportionnelle à la concentration du NaCl utilisé. Les pertes les plus fortes ont alors été observées au traitement T 5 %, avec des valeurs de 0,3 kg de MS, correspondant à une réduction de masse de 76,92 %.

EFFET DU NaCl SUR LA PRODUCTION DE MATIERE SECHE DES TIGES ET DES RAMEAUX DE LA ROSELLE

Pour les tiges et les rameaux de roselle, le traitement des plants au NaCl à de faibles concentrations de sel (1 %) a induit une augmentation de la quantité de matière sèche produite (Figure 2). Cette variation correspond à une hausse significative de 12,5 % par rapport au témoin. En revanche, tous les autres traitements, à fortes concentrations, ont réduit la masse de matière sèche des tiges et des rameaux des plants traitées. Les réductions les plus faibles ont été observées pour le traitement T 2 % (4,1 kg de MS), et les plus fortes pour le traitement T 5 % (1,4 kg de MS). Ces valeurs correspondent à des baisses significatives de masses, respectivement égales à 14,58 et 70,83 %.

EFFET DU NaCl SUR LA CROISSANCE DE MATIERE SECHE FOLIAIRE

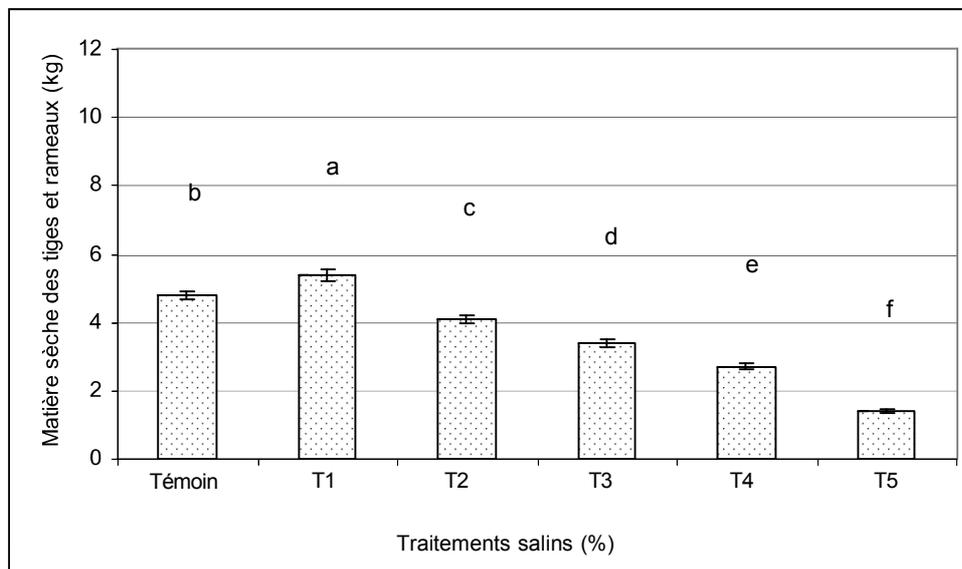
La Figure 3 présente les résultats de l'impact du NaCl sur la formation de matière sèche des feuilles de roselle. Elle montre que le traitement T 1 % a accru de 31,81 % la quantité de matière sèche produite par les plantes. En effet, la biomasse végétale issue de ce traitement (2,9 kg de MS) a significativement été supérieure à celle des plants témoins (2,2 kg de MS). Les fortes doses de NaCl ont, en revanche, provoqué une réduction des matières sèches foliaires. Les effets les plus significatifs ont été obtenus avec le traitement T 5 %, avec des masses de 0,3 kg de MS, correspondant à une réduction de 86,37 %, par rapport aux plants témoins.



Les histogrammes surmontés de lettres différentes ont des moyennes significativement différentes au seuil de 5 %.

Figure 1 : Effets de différentes concentrations de NaCl sur la production de matière sèche racinaire par les plants de roselle, sous serre.

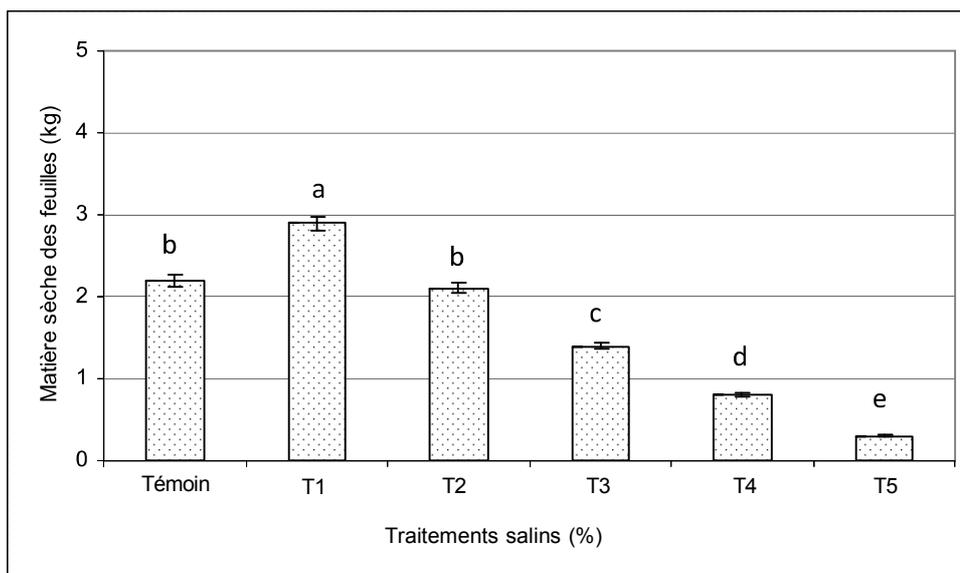
Effects of NaCl concentrations on roselle root dry-matter production under greenhouse conditions.



Les histogrammes surmontés de lettres différentes ont des moyennes significativement différentes au seuil de 5 %.

Figure 2 : Effets de différentes concentrations de NaCl sur la production de matière sèche des tiges et rameaux des plants de roselle, sous serre.

Effects of NaCl concentrations on roselle stem dry-matter production under greenhouse conditions.



Les histogrammes surmontés de lettres différentes ont des moyennes significativement différentes au seuil de 5 %.

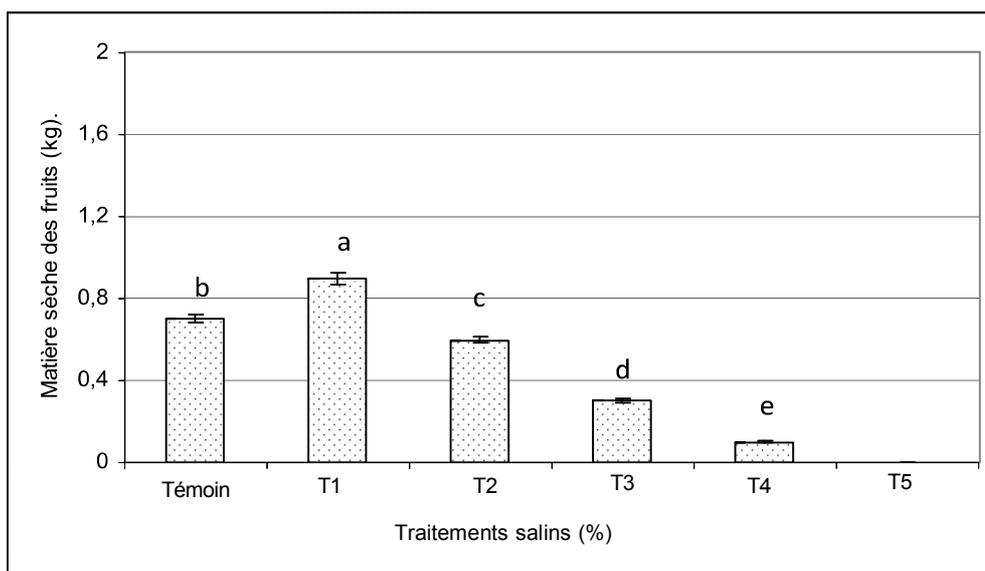
Figure 3 : Effets de différentes concentrations de NaCl sur la production de matière sèche des feuilles des plants de roselle, sous serre.

Effects of NaCl concentrations on roselle leaf dry-matter production under greenhouse conditions.

EFFET DU NaCl SUR LA CROISSANCE DE MATIÈRE SÈCHE DES FRUITS

L'impact du traitement des plants de roselle sur la formation de matières sèches par les fruits sont présentés à la Figure 4. Comme les racines, les tiges, les rameaux et les feuilles, les fruits de roselle ont présenté deux réactions différentielles, en terme de production de matière sèche, en réponse aux traitements salins. Ce

sont : une hausse significative de 28,57 % pour les plantes soumises au traitement T 1 % (faibles concentrations), et des baisses de valeur pour les autres traitements utilisés (fortes concentrations). Toutes les réductions ont été significatives et proportionnelles aux concentrations de NaCl appliquées. Les effets les plus significatifs ont ainsi été notés au traitement T 5 % qui a inhibé la fructification des plants.



Les histogrammes surmontés de lettres différentes ont des moyennes significativement différentes au seuil de 5 %.

Figure 4 : Effets de différentes concentrations de NaCl sur la production de matière sèche des fruits des plants de roselle, en conditions de serre.

Effects of NaCl concentrations on roselle's fruit dry matter production in greenhouse conditions.

DISCUSSION

Ce travail a montré que le NaCl a induit chez la roselle deux réponses morphologiques différentes : une augmentation de la matière sèche des organes étudiés (racines tiges, feuilles, rameaux et fruits) au traitement T 1 % (faibles concentrations), et une baisse du même paramètre pour les traitements de concentrations plus élevées. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par Lépengué *et al.* (2010), sur les plantes de maïs. Ces auteurs ont, en effet, montré que le NaCl affecte diversement la croissance et le développement de cette plante en fonction des doses utilisées. L'induction de la croissance des plantes par le NaCl est un phénomène rare, peu rapporté dans la littérature. En dehors des effets bénéfiques relevés chez certaines algues et chez quelques espèces de betterave (Heller *et al.*, 1994), les impacts (généraux) connus du NaCl sont plutôt négatifs (Soltani, 1988 ; El Jaafari, 1993). Les effets d'amélioration de la croissance des plantes de roselle observés dans ce travail ne sont donc pas faciles à interpréter. Mais en tenant compte des actions physiologiques des ions constitutifs (Na^+ et Cl^-) du NaCl, on peut penser que ce sel agit comme biofertilisant minéral au niveau de la nutrition végétale. Les ions Na^+ sont notamment utilisés en agronomie pour faciliter le transfert (comme ions accompagnateurs) des anions des solutions nutritives du sol vers les racines (Nabors *et al.*, 1980). Les ions Cl^- engendrent des potentiels négatifs au niveau des systèmes racinaires (Levignon *et al.*, 1995 ; Heller *et al.*, 2006). Ils jouent également un rôle oligodynamique majeur au niveau de la photosynthèse, par la régulation du transfert des électrons de l'eau vers les systèmes chlorophylliens (Denden *et al.*, 2005). Toutes ces actions sur la nutrition minérale et carbonée aboutissent à l'amélioration de la croissance et du développement des plantes. C'est vraisemblablement par ce type de mécanismes que le NaCl provoque la hausse de biomasse des différents organes de roselle (aux concentrations de 1 %) observée dans notre étude.

Les réductions de matière sèche des organes des plantes de roselle traitées au NaCl de concentrations supérieures à 2 g l^{-1} sont en accord avec les effets rapportés par différents auteurs (Piri, 1991 ; Roudani, 1996). Elles sont généralement dues à l'action toxique de ce composé au-delà du seuil physiologiquement

toléré par la plante. Il s'agit donc d'un stress abiotique dont l'action se situerait à 3 niveaux : l'absorption hydrique couplée à la texture du sol, l'absorption minérale et la nutrition carbonée (Levitt, 1980 ; Levignon *et al.*, 1995).

Au niveau de la texture du sol, le NaCl provoque la cimentation du milieu par la constitution d'agrégats telluriques (El Jaafari, 1993). La compacité induite réduirait la nutrition hydrique, conduisant au ralentissement de la croissance végétative de la plantes (Roudani, 1996).

Au niveau racinaire, le NaCl perturbe la nutrition minérale, à travers la compétition entre les ions structuraux (Na^+ et Cl^-) et les nutriments du sol (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NO_2^+ ; NO_3^+ ; PO_4^{3-} , etc.). Ce phénomène réduit l'absorption de ces nutriments et retarde la croissance des plantes affectées (Soltani, 1988 ; Levignon, 1995).

La photosynthèse est aussi significativement affecté par les traitements salins (Levitt, 1980). En effet, peu d'espèces végétales absorbant le NaCl parviennent métaboliquement à l'éliminer. Ces quelques plantes sont qualifiées de glycophytes ; c'est le cas du riz, du palmier, du cotonnier, du blé... (Heller *et al.*, 1994). Pour le reste, le NaCl s'accumule au niveau des organes foliaires, sièges anaboliques des réactions de photosynthèse. Ces phénomènes sont alors perturbés, réduisant ainsi la nutrition carbonée et donc la synthèse de matière sèche (Denden *et al.*, 2005 ; Heller *et al.*, 1994).

Cette étude a permis de montrer que c'est vraisemblablement par de mécanismes physiologiques similaires que le NaCl affecte la croissance et le développement des plantes de roselle, conduisant aux réductions de matière sèche observées. A l'état actuel de nos investigations, il n'est pas possible de spécifier si ces actions se déroulent de manière collective ou séquentielle. Les travaux à venir doivent nous permettre de mieux cerner l'articulation de tous ces événements physiologiques.

CONCLUSION

Le NaCl induit deux réponses morphométriques chez les plantes de roselle : l'augmentation de matière sèche des racines, tiges, rameaux, fleurs et fruits, aux faibles concentrations de 1 g l^{-1} , et la baisse de ce paramètre pour les concentrations supérieures à cette valeur. Contrairement à l'idée répandue, et à la conclusion de nombreux travaux, le NaCl ne

présenterait pas seulement que des effets négatifs sur les végétaux. A faibles doses, il agirait comme biofertilisant en améliorant significativement les rendements des plants de roselle, en matière de racines, feuilles, tiges rameaux et fleurs. Les analyses biochimiques de différentes parties de cette plante devraient permettre de cerner les perturbations physiologiques engendrées par ce composé.

REFERENCES

- Chenu J., Ouvry P. et R. Lavergne. 1986. Les plantes médicinales tropicales. Darení (Eds.). Tome 5, Libreville, Gabon, 102 p.
- Denden M., Bettaieb T., Salhi A. and M. Mathlouthi. 2005. Effect of Chloride Sodium on Chlorophyll Fluorescence, Plant Proline Content and flowers production of three ornamental species. *Tropicultura* 23 (4) : 220 - 225.
- El Jaafari S. 1993. Contribution à l'étude des mécanismes biophysiques et biochimiques de résistance à la sécheresse chez le blé. Doctorat, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique, 214 p.
- Feumetio B. 2002. Les marchés émergents d'Afrique. Editions Marchés émergents, Paris, 106 p.
- Heller R., Esnault R. et C. Lance. 1994. Physiologie végétale. Nutrition. 5^e édition de l'abrégé, Editions Masson, Paris, 294 p.
- Heller R., Esnault R. et C. Lance. 2006. Physiologie végétale. Développement. 6^e édition de l'abrégé, Editions Dunod, Paris, 366 p.
- 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.
- Lépengué A. N., Mouaragadja I., Koné D., M'batchi B. et S. Aké. 2011. Effet du Chlorure de sodium (NaCl) sur le développement de la roselle au Gabon. *Soumis à Agronomie africaine*
- Levigneron A., Lopez F., Vansuyt G., Berthomieu P., Fourcroy P. et D. F. Casse. 1995. Les plantes face au stress salin. *Cahier Agriculture*, 4 : 263 - 273.
- Levitt J. 1980. Salt and ion stress. *In* Levitt J. (Eds.). Response of plant to environmental stresses ; Vol. II, water radiation salt and others stresses. New York Academic Press, 365 - 406.
- Nabors M. W., Gibbs S. E., Bernstein C. S. and M. E. Neis. 1980. NaCl-tolerant tobacco plant from cultured cells. *Z. P. F. Lauzen Physiol.*, 97 : 13 - 17.
- Perry L. M. 1980. Medicinal plants of East Southeast Asia. Mit Press, Cambridge, 1247 p.
- Piri K. 1991. Contribution à la sélection *in vitro* des plantes androgéniques de blé pour leur tolérance à NaCl. Doctorat, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique, 168 p.
- Roudani M. 1996. Physiologie comparée de deux espèces de blé en relation avec les conditions de nutrition. Métabolisme racinaire en milieu salé. Thèse d'Univ. Sci. Biol. Univ. Tunis II, 180 p.
- Soltani A. 1988. Analyse des effets de NaCl et de la source d'azote sur la nutrition minérale de l'orge. Thèse de Doctorat d'Etat, Faculté de Sciences de Tunis, 322 p.