



# Réponse des plantes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivées sous stress salin à une application exogène de calcium et de potassium

Eunice E. Y Henry<sup>1</sup>, Eliane Kinsou<sup>1</sup>, Armel C. G. Mensah<sup>2</sup>, Françoise Assogba Komlan<sup>2</sup> et Christophe Bernard Gandonou<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Unité de Recherche sur l'Adaptation des Plantes aux Stress Abiotiques, les Métabolites Secondaires et l'Amélioration des Productions Végétales, Laboratoire de Physiologie Végétale et d'Étude des Stress Environnementaux, Faculté des Sciences et Techniques (FAST/UAC), 01BP526, Tri Postal, Cotonou, République du Bénin.

<sup>2</sup>Centre de Recherches Agricoles Plantes Pérennes (CRA-PP), Pobè, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), Abomey-Calavi, Bénin.

Auteur pour correspondance : Courriel : [ganchrist@hotmail.com](mailto:ganchrist@hotmail.com), Tél. : (00229) 97 39 69 78.

Original submitted in on 22<sup>nd</sup> January 2021. Published online at [www.m.elewa.org/journals/](http://www.m.elewa.org/journals/) on 31<sup>st</sup> March 2021  
<https://doi.org/10.35759/JABs.159.1>

## RÉSUMÉ

**Objectifs :** Le stress salin constitue un des stress environnementaux majeurs qui agit négativement sur la croissance des plantes. L'effet positif d'une application exogène de calcium et de potassium a été déterminé sur la croissance des plants de tomate soumis à la salinité.

**Méthodologie et résultats :** Les plants de trois cultivars de tomate ont été exposés à six traitements comprenant le témoin sans NaCl ; 120 mM de NaCl et une combinaison entre 120 mM de NaCl et un apport de 40 mM de CaSO<sub>4</sub> ; CaCl<sub>2</sub> ; KNO<sub>3</sub> ou K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. La croissance des plantes a été déterminée après quinze jours d'exposition. L'application exogène de potassium n'a pas amélioré la croissance des plants stressés tandis que celle du calcium a atténué significativement les effets du NaCl sur les plantes du cultivar sensible *Akikon*. Aucun effet améliorateur n'a été observé chez les cultivars *Tounvi* et *F1 Mongal*.

**Conclusion et applications des résultats :** Seule l'application exogène des deux formes de calcium a atténué les effets de la salinité sur la croissance des plantes du cultivar sensible *Akikon*. Le CaSO<sub>4</sub> s'est révélé comme le meilleur composé pouvant atténuer les effets néfastes du sel chez la tomate, suivi par le CaCl<sub>2</sub> notamment au niveau de la partie aérienne alors qu'au niveau de la partie racinaire, le CaCl<sub>2</sub> a été plus efficace. Ainsi la réponse des plants de tomate cultivés sous stress salin à une application exogène de composés dépend non seulement du cultivar, de l'organe pris en compte mais aussi de la nature des composés apportés. Des études complémentaires sont nécessaires pour déterminer les mécanismes physiologiques impliqués dans l'effet améliorateur du calcium. Le CaSO<sub>4</sub> et CaCl<sub>2</sub> seront utiles pour la gestion de la salinité dans les zones de production de tomate *Akikon*.

**Mots clés :** tolérance à la salinité, tomate, potassium, calcium, biomasse fraîche, biomasse sèche.

## Response of tomato (*Lycopersicon esculentum* mill.) plants cultivated under salt stress to exogenous application of calcium and potassium

### ABSTRACT

**Aims:** Salt stress is one of the major environmental stresses that have a negative effect on plant growth. The ameliorative effect of exogenous application of calcium and potassium was determined on the growth of tomato plants subjected to salinity.

**Methodology and results:** Plants of three tomato cultivars were exposed to six treatments including the control without NaCl; 120 mM NaCl and a combination of 120 mM NaCl and an input of 40 mM CaSO<sub>4</sub>; CaCl<sub>2</sub>; KNO<sub>3</sub> or K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Plant growth was determined after 15 days of exposure. The exogenous application of potassium did not improve the growth of stressed plants while that of calcium significantly attenuated the effects of NaCl on plants of the susceptible cultivar *Akikon*. No ameliorative effect was observed in cultivars *Tounvi* and *F1 Mongal*.

**Conclusions and applications of the results:** Only exogenous application of both forms of calcium attenuated the effects of salinity on plant growth of the susceptible cultivar *Akikon*. CaSO<sub>4</sub> has proven to be the best compound that can mitigate the harmful effects of salt in tomatoes, followed by CaCl<sub>2</sub> especially in the aerial part, while in the root part, CaCl<sub>2</sub> has been more effective. Thus, the response of tomato plants grown under salt stress to an exogenous application of compounds depends not only on the cultivar and the organ taken into account, but also on the nature of the compounds used. Further studies are needed to determine the physiological mechanisms involved in the ameliorative effect of calcium. CaSO<sub>4</sub> and CaCl<sub>2</sub> will be useful for the management of salinity in *Akikon* tomato production areas.

**Keywords:** tolerance to salinity, tomato, potassium, calcium, fresh biomass, dry biomass.

### INTRODUCTION

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) est l'une des plus importantes cultures maraîchères au niveau mondial. Au Bénin, elle est cultivée sur toute l'étendue du territoire (Assogba Komlan *et al.*, 2013). Elle est un légume très apprécié et très utilisé par la population béninoise et s'intègre parfaitement dans les habitudes alimentaires aussi bien en milieu urbain que rural (Mensah *et al.*, 2019). Son offre se trouve limitée par le faible rendement obtenu en production dont plusieurs facteurs biotiques et abiotiques sont à la base ; parmi ces facteurs abiotiques figure la salinité. La salinité est l'un des graves problèmes environnementaux qui cause une réduction de la croissance des plantes et de la productivité des cultures dans les zones irriguées des régions arides et semi-arides (Cicek & Cakirlar 2002). L'excès de sel dans la solution de sol provoque une réduction de croissance chez les plantes comme cela a été rapporté chez de nombreuses plantes incluant le riz (Prodjinto *et al.*, 2018 ; Willy *et al.*, 2020), le piment (Kpinkoun *et al.*, 2019) et la tomate (Ould Mohandi *et al.*, 2011 ; Manaa *et al.*, 2011). Cet effet négatif du sel sur la

croissance des plantes est dû soit à une réduction de l'absorption d'eau par les racines due à une augmentation de la pression osmotique de la solution du sol (effet osmotique) ; soit à la toxicité des ions contenus dans le sel (effet spécifique) qui est reconnue comme la composante la plus importante pour un stress qui dure plusieurs jours. Parmi les ions incriminés, le sodium (Na<sup>+</sup>) est le plus dangereuse. En effet, il a été établi qu'une absorption plus forte du sodium notamment dans les feuilles est une conséquence générale de la salinité et que cette absorption provoque généralement une diminution de l'absorption du calcium et du potassium, deux ions majeurs pour le métabolisme cellulaire (Yildirim *et al.*, 2006). Des études réalisées au Bénin ont montré que plusieurs cultivars de tomate produits dans le pays subissent des réductions importantes de croissance sous l'effet de différentes concentrations de NaCl (Kinsou *et al.*, 2020). Pour atténuer les effets négatifs de la salinité sur les plantes et contourner ce stress, une des techniques consiste à apporter des éléments tels que le potassium, le calcium, le magnésium ou

le phosphore pour enrichir le substrat utilisé pour la culture des plantes. Ainsi, il a été rapporté que l'application exogène de potassium (K) améliore la réponse à la salinité chez l'arachide (Chakraborty et al., 2016) et l'amarante (Omami & Hammes, 2006 ; Atou et al., 2020). L'exploration des mécanismes mis en jeu dans la tolérance à la salinité observée a révélé une exclusion des ions  $\text{Na}^+$  et une accumulation des ions  $\text{K}^+$ . Chez la tomate, seuls les

travaux de Manaa et al. (2014) ont évalué l'effet améliorateur d'un apport extérieur de calcium et de l'acide salicylique sur la croissance des plants et a montré que la combinaison de l'acide salicylique et du calcium atténue plus l'effet du sel. L'objectif de l'étude est d'évaluer l'effet de l'apport extérieur de calcium et de potassium sous différentes formes sur la croissance des plants de tomate cultivés sous stress salin.

## MATERIEL ET METHODES

**Matériel végétal** : Trois cultivars dont deux locaux *Tounvi* et *Akikon* et la variété améliorée *F1 Mongal* ont été utilisés. Le cultivar *Akikon* a été identifiée comme un cultivar sensible ; le cultivar *Tounvi* comme résistant et le cultivar *F1 Mongal* comme moyennement résistant à la salinité (Kinsou et al., 2020).

**Méthodologie** : L'expérience a été réalisée dans une serre dans les mêmes conditions que celles décrites par Kinsou et al. (2020) sur des jeunes plantes de tomate âgées de 4 semaines. Les traitements ont consisté à l'arrosage des plantes tous les deux jours avec 100 ml / pot de solution de NaCl seul ou en combinaison avec le  $\text{CaCl}_2$ , le  $\text{CaSO}_4$ , le  $\text{KNO}_3$  ou le  $\text{K}_2\text{SO}_4$  suivant un dispositif expérimental de type factoriel à deux facteurs en randomisation complète. Le premier facteur représente les trois cultivars et le second les six traitements avec trois répétitions. Ces traitements sont : Témoin : 0 mM NaCl

Traitement salin (S) : 120 mM NaCl

## RESULTATS

### Effet des composés apportés sur la croissance des plants

**Effet sur la croissance de la partie aérienne** : La salinité a provoqué une réduction significative ( $p \leq 0,05$ ) de la croissance relative de la hauteur (CRH) des plantes de tomate uniquement chez les cultivars *F1 Mongal* et *Tounvi* avec respectivement un taux de réduction de l'ordre de 59,62 % et 34,90 % (fig. 1). L'apport des composés de calcium a provoqué une amélioration non significative de 29,24 % pour le  $\text{CaCl}_2$  et de 33,5 % pour le  $\text{CaSO}_4$  uniquement chez le cultivar *Akikon* tandis que la croissance des deux autres cultivars n'a pas été améliorée par ces composés. L'apport des deux formes de potassium n'a pas eu d'effet sur la CRH des plants des trois cultivars (Fig. 1). L'effet de la salinité s'est également traduit par une diminution significative ( $p \leq 0,05$ ) de la croissance relative de la biomasse fraîche

Traitement salin avec application de 40 mM  $\text{CaSO}_4$

Traitement salin avec application de 40 mM  $\text{CaCl}_2$

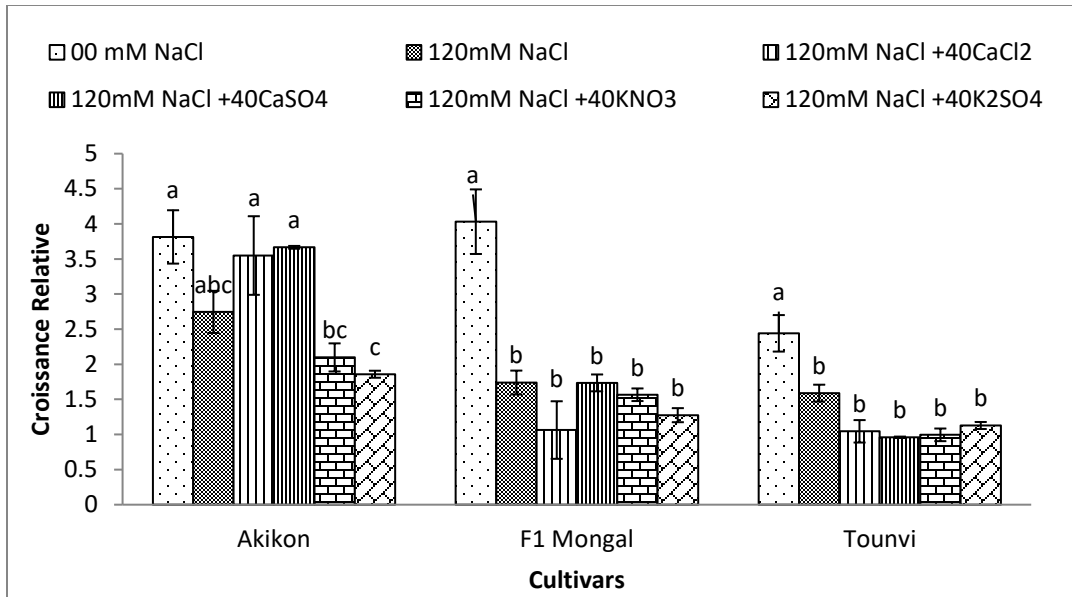
Traitement salin avec application de 40 mM  $\text{KNO}_3$

Traitement salin avec application de 40 mM  $\text{K}_2\text{SO}_4$

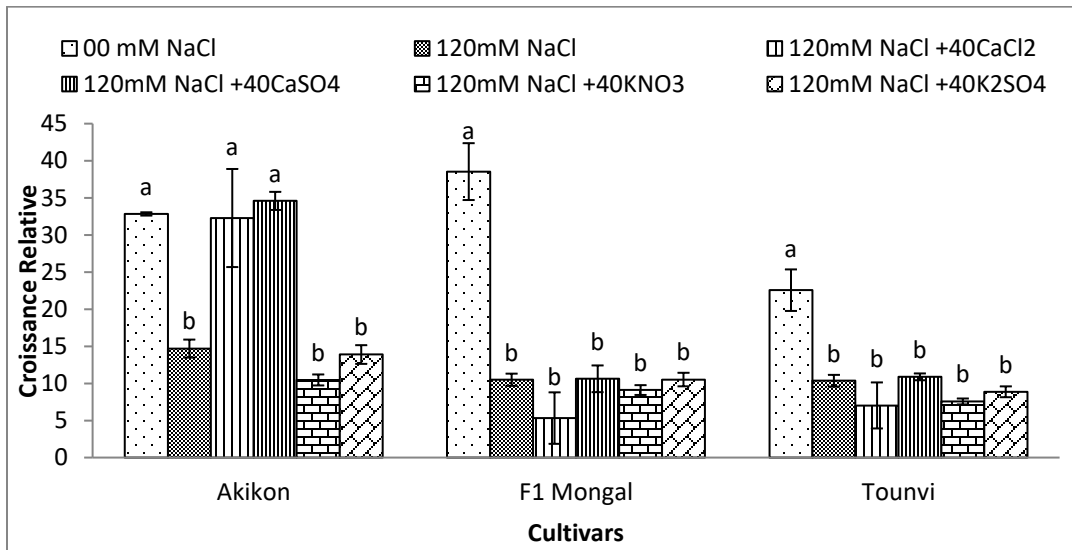
La hauteur des plantes de même que les masses fraîches et sèches des parties aériennes et racinaires ont été déterminées suivant la méthode utilisée par Kinsou et al. (2020). La croissance des plantes a été exprimée en croissance relative pour chaque paramètre et pour chaque traitement suivant la formule :  $(X_1 - X_0) / X_0$ , où  $X_0$  représente la valeur du paramètre au début du traitement et  $X_1$  sa valeur à la fin quinze jours de traitement.

**Analyses statistiques** : Les données ont été analysées grâce à l'analyse de la variance (ANOVA) à une (01) voie et la comparaison des moyennes a été effectuée en utilisant le test de Tukey-Kramer. Le logiciel JMP Pro (JMP Pro SAS Institute, 2009) a été utilisé pour réaliser les analyses.

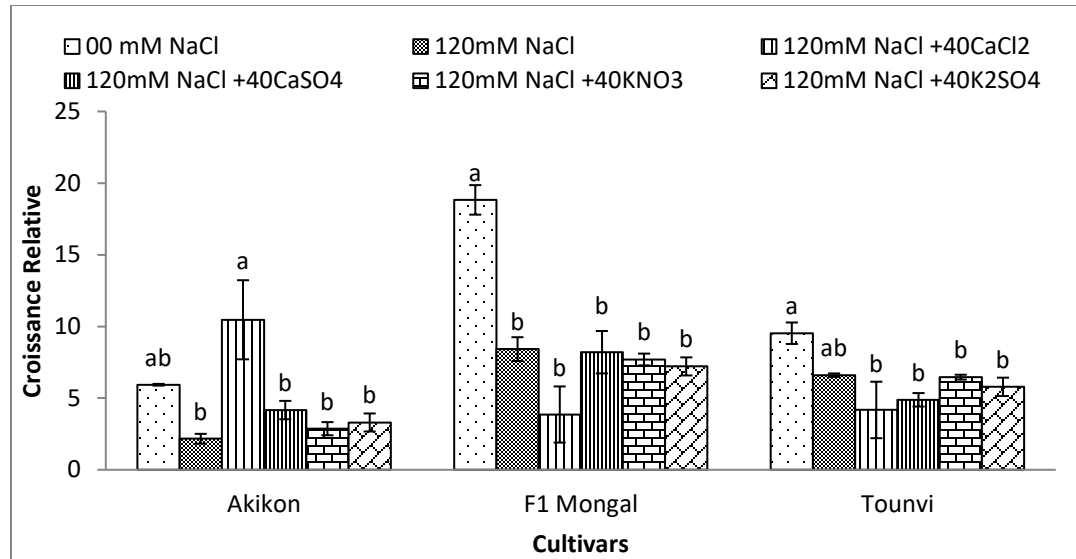
aérienne (CRBFA) des plants avec un taux de réduction de 55,26 % ; 72,78 % et 54,10 % respectivement pour les cultivars *Akikon*, *F1 Mongal* et *Tounvi*. Seuls les composés de calcium ont amélioré significativement ( $p \leq 0,05$ ) la CRBFA du cultivar *Akikon* seul avec un taux d'amélioration de 119,7% et 135,47% respectivement pour le  $\text{CaCl}_2$  et le  $\text{CaSO}_4$  dépassant le témoin (fig. 2). Les apports de potassium n'ont eu aucun effet améliorateur sur la biomasse fraîche de la partie aérienne des trois cultivars. Une réduction significative ( $p \leq 0,05$ ) de la croissance relative de la biomasse sèche aérienne (CRBSA) uniquement pour le cultivar *F1 Mongal* avec un taux de réduction de 55,28%. Seul l'apport du chlorure de calcium ( $\text{CaCl}_2$ ) a provoqué une amélioration significative ( $p \leq 0,05$ ) de l'ordre de 383,19 % pour le cultivar *Akikon* dépassant le plant non stressé. Tous les autres apports n'ont provoqué aucun effet améliorateur avec les trois cultivars pour ce paramètre.



**Figure 1** : Croissance en hauteur des plants de tomate soumis aux six traitements après quinze jours (n= 4 ; la barre verticale correspond à l'erreur standard). Les moyennes avec des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.



**Figure 2** : Biomasse fraîche aérienne des plants de tomate soumis aux six traitements après quinze jours (n= 4 ; la barre verticale correspond à l'erreur standard). Les moyennes avec des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.



**Figure 3** : Biomasse sèche aérienne des plants de tomate soumis aux six traitements après quinze jours (n= 4 ; la barre verticale correspond à l'erreur standard). Les moyennes avec des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.

**Effet des composés apportés sur la croissance racinaireL** : En présence de la salinité, la croissance relative de la biomasse fraîche (CRBF) et sèche (CRBS) des racines a été significativement réduite ( $p \leq 0,05$ ) chez les trois cultivars (tableau 1). Cette réduction est de l'ordre de 64,56% ; 70,53% et 69,29% pour la croissance relative de la biomasse fraîche d'une part et d'autre part de l'ordre de 41,13% ; 58,78% et 61,68% pour la croissance relative de la biomasse sèche respectivement pour les cultivars *Akikon*, *F1 Mongal* et

*Tounvi*. Chez le cultivar *Akikon*, seuls les composés de calcium ont induit une amélioration significative ( $p \leq 0,05$ ) de la CRBF des racines dépassant le plant témoin avec un pourcentage de 204,60% et 150,25% respectivement pour le CaCl<sub>2</sub> et CaSO<sub>4</sub> ; quant à la CRBS des racines, seul le CaCl<sub>2</sub> a provoqué une augmentation significative ( $p \leq 0,05$ ) de 187,79% dépassant le témoin et non significative avec le CaSO<sub>4</sub>. Aucun des composés utilisés n'a eu d'effet améliorateur sur les deux autres cultivars.

**Tableau 1** : Biomasses fraîche et sèche des racines des plants de tomate soumis aux six traitements après quinze jours. Les valeurs sont présentées sous forme de moyenne  $\pm$  erreur standard (n= 4)

Cultivars	Paramètres	Traitements					
		0 mM NaCl	120mM NaCl	120 +40 mM CaCl <sub>2</sub>	120+ 40 mM CaSO <sub>4</sub>	120+ mM 40 mM KNO <sub>3</sub>	120 +40 mM K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
<i>Akikon</i>	CRBFR	122,61 $\pm$ 3,67 <sup>a</sup>	43,444 $\pm$ 7,34 <sup>b</sup>	132,333 $\pm$ 23,19 <sup>a</sup>	108,722 $\pm$ 10 <sup>a</sup>	35,111 $\pm$ 5,00 <sup>b</sup>	34,833 $\pm$ 1,44 <sup>b</sup>
	CRBSR	18,52 $\pm$ 1,71 <sup>a</sup>	10,904 $\pm$ 1,25 <sup>b</sup>	31,381 $\pm$ 8,46 <sup>a</sup>	17,571 $\pm$ 0,82 <sup>a</sup>	9,000 $\pm$ 0,62 <sup>b</sup>	9,238 $\pm$ 0,82 <sup>b</sup>
<i>F1 Mongal</i>	CRBFR	89,000 $\pm$ 4,42 <sup>a</sup>	26,222 $\pm$ 3,09 <sup>b</sup>	16,888 $\pm$ 12,30 <sup>b</sup>	20,666 $\pm$ 10,18 <sup>b</sup>	21,222 $\pm$ 1,47 <sup>b</sup>	25,111 $\pm$ 3,64 <sup>b</sup>
	CRBSR	40,212 $\pm$ 2,12 <sup>a</sup>	16,575 $\pm$ 0,80 <sup>b</sup>	8,393 $\pm$ 6,66 <sup>b</sup>	15,363 $\pm$ 2,40 <sup>b</sup>	15,363 $\pm$ 0,52 <sup>b</sup>	14,757 $\pm$ 1,98 <sup>b</sup>
<i>Tounvi</i>	CRBFR	67,141 $\pm$ 8,49 <sup>a</sup>	20,617 $\pm$ 1,54 <sup>b</sup>	18,574 $\pm$ 3,22 <sup>b</sup>	18,461 $\pm$ 1,08 <sup>b</sup>	18,858 $\pm$ 0,75 <sup>b</sup>	18,007 $\pm$ 1,23 <sup>b</sup>
	CRBSR	16,681 $\pm$ 1,01 <sup>a</sup>	6,391 $\pm$ 0,66 <sup>b</sup>	3,927 $\pm$ 1,53 <sup>b</sup>	4,362 $\pm$ 0,63 <sup>b</sup>	6,101 $\pm$ 0,88 <sup>b</sup>	6,681 $\pm$ 0,52 <sup>b</sup>

Les moyennes avec des lettres différentes sur les lignes sont significativement différentes au seuil de 5%.

## DISCUSSION

### Réponse des plants des trois cultivars à la salinité :

Le stress salin a induit une inhibition évidente de la croissance de la partie aérienne et des racines des plants chez les trois cultivars. Cette observation est commune chez plusieurs espèces de glycophytes comme le blé (Alaoui *et al.*, 2013), le riz (Willy *et al.*, 2020), le piment (R'him, *et al.*, 2013), l'amarante (Wouyou *et al.*, 2017 ; Atou *et al.*, 2020). Chez la tomate, de nombreux travaux ont montré que le stress salin réduit la croissance de différents génotypes ou variétés (Albacete *et al.*, 2008 ; Kinsou *et al.*, 2020). Cette réduction est généralement expliquée par le faible potentiel osmotique de la solution du sol et au niveau élevé de toxicité du sodium (et du chlore pour certaines espèces) qui provoquent des perturbations multiples sur le métabolisme, la croissance et le développement des plantes aux niveaux moléculaire, biochimique et physiologique (Tester & Davenport 2003).

**Effet des différents composés apportés sur la croissance des plantes :** Nos résultats ont montré clairement que seule la croissance du cultivar *Akikon* a eu d'amélioration significative sous l'effet de certains des quatre composés apportés. La croissance des cultivars *Tounvi* et *F1 Mongal* n'a été améliorée par aucun des quatre composés apportés. Ces résultats indiquent que la réponse des plants d'une espèce donnée, stressés par la salinité, à une application exogène de composés dépend de la variété de l'espèce considérée. Sur les quatre composés testés, seules les deux formes de calcium ( $\text{CaSO}_4$  et le  $\text{CaCl}_2$ ) ont provoqué une amélioration significative de la croissance des plants stressés. Ces résultats indiquent que la réponse des plants stressés par la salinité à une application exogène de différents composés dépend de la nature des

composés utilisés. Plusieurs autres auteurs ont rapporté que l'application exogène de calcium a amélioré les effets négatifs de la salinité sur la croissance des plantes de différentes espèces telles que la fraise (Kaya *et al.*, 2003) ; la goyave (Ebert *et al.*, 2002) ; la tomate (Manaa *et al.*, 2014) et l'amarante (Atou *et al.*, 2020). Cependant chez le tournesol, l'apport supplémentaire de calcium n'a pas été capable d'améliorer les dommages causés par le NaCl (Sohan *et al.*, 1999). Le calcium apporté sous forme de  $\text{CaSO}_4$  a mieux atténué les effets néfastes de la salinité sur les plantes du cultivar *Akikon*, corroborant ainsi les résultats rapportés chez l'amarante (Omami & Hammes, 2006). Ce résultat peut s'expliquer par l'apport supplémentaire de  $\text{Cl}^-$  par le  $\text{CaCl}_2$  qui est lui-même toxique pour les plantes. Cependant, au niveau de la partie racinaire, le  $\text{CaCl}_2$  a été le plus efficace pour atténuer les effets de la salinité comparativement au  $\text{CaSO}_4$ . Ce résultat indique que l'effet améliorateur des différents composés dépend également de l'organe pris en compte et que la toxicité du  $\text{Cl}^-$  seule ne suffit pas pour expliquer la faible efficacité de ce composé au niveau de la partie aérienne. Nos résultats ont montré que l'application exogène de potassium n'a pas atténué les effets négatifs du chlorure de sodium sur la croissance des plantes de tomate. Des résultats contraires ont été observés chez le blé (Hussain *et al.*, 2013) ; l'arachide (Chakraborty *et al.*, 2016) et l'amarante (Atou *et al.*, 2020) où il a été prouvé que l'apport extérieur de potassium atténue mieux les effets néfastes induits par la salinité que les apports de calcium. Ce résultat permet de dire que l'atténuation des effets néfastes de la salinité par application extérieure de composés dépend de l'espèce végétale, du composé apporté et aussi de l'organe de la plante pris en compte.

## CONCLUSION

Le stress salin a induit une réduction significative de la croissance des plantes de tomate et l'application exogène de potassium n'a pas été capable d'atténuer les effets causés par la salinité sur la croissance des plantes. Le  $\text{CaSO}_4$  est apparu comme le meilleur composé pour induire un effet améliorateur de la croissance des plantes de tomate soumises à la salinité suivi par le  $\text{CaCl}_2$  et uniquement chez le cultivar *Akikon*. Ainsi l'effet améliorateur de l'application exogène des

différentes formes de potassium et de calcium sur la croissance des plants dépend non seulement de la forme sous laquelle ils sont apportés mais aussi du cultivar concerné et de l'organe pris en compte. Pour une meilleure compréhension des mécanismes physiologiques mis en jeu dans la réponse des plantes à l'application exogène de ces composés, il est nécessaire d'envisager des études complémentaires.

## REMERCIEMENTS

Les présents travaux ont été financés par le Projet d'Appui au Développement du Maraîchage au Bénin (PADMAR/ProCaR).

## REFERENCES

- Alaoui MM, El Jourmi L, Ouarzane A, Lazar S, El Antri S, Zahouily M, Hmyene A, 2013. Effet du stress salin sur la germination et la croissance de six variétés marocaines de blé. J. Mater. Environ. Sci. 4 (6): 997-1004.
- Albacete A, Ghanaem ME, Martinez C, Jari A, Acosta M, Sanchez-Bravo J, 2008. Hormonal changes in relation to biomass partitioning and shoot growth impairment in salinized tomato (*Solanum lycopersicon* L.) plants, J. Exp. Bot; 59(15): 4119-4131. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/ern251>.
- Assogba Komlan F, Sikirou R, Azagba J, 2013. Comment réussir la culture de la tomate en toute saison : Cas des régions urbaines et périurbaines du Sud- Bénin, Référentiel Technico Economique, INRAB, 2ème Edition, Avril 2013, 58p.
- Atou R, Henry E, Mensah A C G, Gouveitcha B G, Loko B, Wouyou A D, Assogba Komlan F, Gandonou C B, 2020. Effet améliorateur d'un apport extérieur de calcium et de potassium sous différentes formes sur la tolérance à la salinité de l'amarante (*Amaranthus cruentus* L.). Journal of Applied Biosciences 146: 15025 - 15039
- Chakraborty K, Bhaduri D, Meena HN, Kalariya K, 2016. External potassium (Kp) application improves salinity tolerance by promoting Na<sup>+</sup>- exclusion, K<sup>+</sup>- accumulation and osmotic adjustment in contrasting peanut cultivars. Plant Physiology and Biochemistry 103:143–153. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.02.039>
- Cicek N, Cakirlar H, 2002. L'effet de la salinité sur certains paramètres physiologiques chez deux cultivars de maïs. Bulg. J. Plant Physiol. 28 (1&2): 66-74.
- Ebert G, Eberle J, Ali-Dinar H, Ludders P, 2002. Ameliorating effects of Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> on growth, mineral uptake and photosynthesis of NaCl-stressed guava seedlings (*Psidium guajava* L.). Sci. Hort. 93: 125-135.
- Hussain Z, Khattak R A, Irshad M, Eneji A E, 2013. Ameliorative effect of potassium sulphate on the growth and chemical composition of wheat (*Triticum aestivum* L.) in salt-affected soils, J. Soil Sci. Plant Nutr. 13 (2):401-415. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162013005000032>.
- Kaya C, Ak BE, Higgs D, 2003. Response of salt-stressed strawberry plants to supplementary calcium nitrate and/or potassium nitrate. J. Plant. Nutr. 26(3): 543-560. <https://doi.org/10.1081/PLN-120017664>
- Kinsou E, Mensah A, Montcho HD, Zanklan AS, Wouyou A, Kpinkoun KJ, Assogba Komlan F, Gandonou CB, 2020. Response of seven tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars produced in Benin to salinity stress at young plant stage. Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant Biol. 7(8), 1-11. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcrbp.2020.708.001>
- Kpinkoun KJ, Zanklan AS, Assogba-Komlan F, Mensah CGA, Montcho D, Kinsou E, Gandonou GB, 2019. Évaluation de la résistance à la salinité au stade jeune plant de quelques cultivars de piment (*Capsicum* spp.) du Bénin. Journal of Applied Biosciences, (133): 13561-13573.
- Manaa A, Ben Ahmed H, Valot B, Bouchet JP, Aschi-Smiti S, Causse M, Faurobert M, 2011. Salt and genotype impact on plant physiology and root proteome variations in tomato. J. Exp. Bot., 17: 1 - 17.
- Manaa A, Gharbi E, Mimouni H, Wasti S., Aschi-Smiti A, Lutts S, Ben A, 2014. Simultaneous application of salicylic acid and calcium improves salt tolerance in two contrasting tomato (*Solanum lycopersicum*) cultivars. South African Journal of Botany 95: 32–39.
- Mensah ACG, Sikirou R, Assogba Komlan F, Yarou BB, Midingoyi S-K, Honfoga J, Dossoumou M-E, Kpéra GN et Djinadou A K A, 2019. Mieux produire la tomate en toute période au Bénin. Référentiel Technico- Economique (RTE). MAEP/INRAB/FIDA/ProCar/PADMAR/World Vegetable Center/Bénin. Dépôt légal N° 11553, du 26/08/2019, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin, 3ème trimestre. ISBN : 978-99982-53-13-1. 56p.
- Omami EN, Hammes PS, 2006. Ameliorative effects of calcium on growth and mineral uptake of salt-stressed amaranth, South African Journal of Plant and Soil, 23:3, 197-202. DOI: <https://doi.org/10.1080/02571862.2006.10634754>
- Ould Mohamdi M, Bouya D, Ould Mohamed Salem A, 2011. Étude de l'effet du stress salin (NaCl) chez deux variétés de tomate (Campbell 33 et

- Mongal). International Journal of Biological and Chemical Sciences 5(3): 860-900.
- Prodjinoto H, Gandonou C, Lutts S, 2018. Screening for salinity tolerance of *Oryza glaberrima* Steud. seedlings. African Journal of Agricultural Research, 13(12): 561-573. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2017.12654>
- R'him T, Tlili I, Hnan I, Ilahy R, Benali A, Jebari H, 2013. Effet du stress salin sur le comportement physiologique et métabolique de trois variétés de piment (*Capsicum annuum* L.), Journal of Applied Biosciences 66 : 5060 – 5069.
- Sohan D, Jasoni R, Zajicek J, 1999. Plant-water relations of NaCl and calcium-treated sunflower plants. Environ. Exp. Bot. 42: 105-111.
- Tester M, Davenport RJ, 2003. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. Ann. Bot. (Lond.), 91 (5): 503–527. doi: <https://doi.org/10.1093/aob/mcg058>. PMID:12646496.
- Willy I, Prodjino H, Nijimbere S, Rufyikiri G, Lutts S, 2020. NaCl and Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> salinities have different impact on photosynthesis and yield-related parameters in rice (*Oryza sativa* L.). Agronomy, 10:864. DOI: 10.3390/agronomy10060864.
- Wouyou A, Gandonou CB, Assogba Komlan F, Montcho D, Zanklan SA, Lutts S, Gnancadja SL, 2017. Salinity Resistance of Five Amaranth (*Amaranthus cruentus*) Cultivars at Young Plants Stage, International Journal of Plant and Soil Science 14(3): 1-13.
- Yildirim E, Taylor AG, Spittler TD, 2006. Ameliorative effects of biological treatments on growth of squash plants under salt stress. Scientia Hort., 111: 1–6.