

Original submitted in on 14th December 2019. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 31st March 2020
<https://doi.org/10.35759/JABs.v147.7>

RESUME

Objectifs : La salinité est un facteur abiotique qui influe négativement sur la physiologie et la productivité des plantes. Cette étude vise à évaluer l'effet de différentes concentrations de NaCl sur la germination des semences de trois variétés (Oxylus, Tropica cross et K-K cross) de chou (*Brassica oleracea*) cultivés au Bénin afin de déterminer leur niveau relatif de résistance à la salinité.

Méthodologie et résultats : Les graines des trois variétés ont été soumises à cinq concentrations de NaCl (0, 30, 60, 90 et 120 mM) dans des boîtes de pétri à raison de quarante graines de chaque variété dans un dispositif complètement randomisés avec quatre répétitions. Le nombre de graines germées a été noté tous les jours pendant 10 jours. Les résultats indiquent l'effet du stress salin provoque une diminution significative ($p=0,001$) de l'indice et du pourcentage final de germination avec une différence significative ($p=0,001$) entre les variétés. Ainsi, les réductions observées sont plus faibles chez la variété Oxylus (Cabus) comparativement aux deux autres variétés. La variété Oxylus, qui a présenté l'indice de tolérance au sel le plus significativement élevé (ITS=0,982) apparaît comme la plus résistante tandis que Tropica cross, qui a présenté l'indice le plus faible (ITS=0,895), apparaît comme la plus sensible.

Conclusion et applications des résultats : Le stress salin réduit la germination, l'indice de germination et le pourcentage final de germination avec une différence de comportement entre les variétés. De plus, il existe une variabilité dans l'indice de tolérance au sel des trois variétés de chou testées. La variété Oxylus apparaît comme la plus résistante à la salinité des trois variétés testées tandis que la variété Tropica cross est la plus sensible. A ce stade, la variété Oxylus peut être conseillée aux producteurs des zones côtières ou affectées par la salinité tandis que les producteurs des autres zones peuvent produire toutes les variétés.

Mots clés : *Brassica spp*, Salinité, germination, résistance.

Evaluation of the resistance to salinity of three varieties (*Brassica oleracea*) produced in Benin at germination stage

ABSTRACT

Objectives: Salinity is an abiotic factor that negatively influences plants physiology and productivity. In this study, salt effect on seed germination was evaluated in three cabbage (*Brassica oleracea*) varieties grown in Benin in order to determine their relative salt resistance level at germination stage.

Methodology and results: Seeds of the three varieties were submitted to five NaCl concentrations of NaCl (0; 30; 60; 90 and 120 mM) in petri dishes filled in completely randomized design with four replications. Seed germination was checked every day during ten days. Salt stress significantly ($p=0.001$) reduced germination index and percentage of final germination in the three varieties with a significant difference ($p=0.001$) among them. The reduction of germination index and percentage of final germination was lower for variety Oxylus (Cabus) in comparison with the two other varieties. Moreover, salt tolerance index was significantly variable according to the variety with the highest values for variety Oxylus (0,982) and the weakest values for variety Tropica cross (0,895).

Conclusion and applications of the results: Salinity delayed seed germination and reduced the rate of final germination with a significant difference among varieties. Variety Oxylus appeared as the most salt resistant whereas Tropica cross appeared as the salt sensitive. At this stage, variety Oxylus (Cabus) can be recommended to growers in coastal or salinity-affected areas while producers in other areas can produce all the three varieties.

Keywords: *Brassica* spp., germination, salt tolerance index, salt-resistance.

INTRODUCTION

La salinité est l'une des contraintes environnementales les plus importantes qui limitent la productivité des plantes particulièrement dans les climats aride et semi-aride (Hussain *et al.*, 2009). On estime à 800 millions d'hectares la surface cultivable touchée par la salinité du sol à travers le monde (Munns et Tester, 2008). Cette surface ne cesse d'augmenter en raison des mauvaises pratiques agricoles et l'augmentation du niveau de la mer (Munns, 2005). La salinité influence de nombreuses processus morphologiques, physiologiques et biochimiques, y compris la germination des graines, la croissance et le développement des plantes, l'absorption de l'eau et l'absorption des éléments minéraux (Willenborg *et al.*, 2004). La réponse au sel dépend de la variété, de l'espèce, de la concentration en sel, des conditions de culture et du stade de développement de la plante (Akram *et al.*, 2002 ; Mallek-Maalej *et al.*, 2004 ; Akinci *et al.*, 2004). Il est largement établi que la salinité a un effet dépressif sur la germination des plantes (Hajlaoui, *et al.*, 2007; Kadri, *et al.*, 2009 ; Nedjimi, *et al.*, 2013; Mrani *et al.*, 2013; Benidire

et al., 2015; Dahli et Belkhodja, 2017). La production végétale dans les zones salines dépend en grande partie de la réussite de la germination, de la levée, de la phase de croissance et de l'efficacité de la phase reproductrice (Bhattacharjee, 2008). La réponse des plantes à l'augmentation de la concentration de NaCl dépend de l'espèce (Lakra, 2006 ; Chukwu et Okpe, 2006 ; Gandonou *et al.*, 2012). De plus, au sein d'une même espèce donnée, une variation substantielle de la sensibilité au sel peut apparaître chez les cultivars ou variétés comme cela a été rapporté chez l'amarante (Wouyou *et al.*, 2016) ; le piment (Kpinkoun *et al.*, 2018) et la tomate (Kinsou *et al.*, 2019). L'identification des variétés et des génotypes tolérants aux sels, capables de minimiser les effets dépressifs de la salinité sur les rendements, permettrait certainement d'améliorer la production agricole des zones touchées par la salinité. Le chou (*Brassica oleracea*) fait partie des cultures maraîchères les plus cultivées au Bénin notamment dans les zones urbaines et péri-urbaines. Une bonne partie de la zone de production du chou est située en zone

côtière où la salinité du sol et de l'eau d'irrigation constituent de véritables problèmes entravant la production des cultures. Les producteurs du Sud-Bénin reconnaissent la salinité des eaux d'irrigation et les embruns marins comme un problème majeur pour leurs activités (Orobiyi *et al.*, 2013 ; Déguénon, 2018) l'une des principales contraintes environnementales au développement de la culture du chou. Il n'existe pratiquement

aucune donnée scientifique sur les effets de la salinité sur la germination des variétés de chou cultivées au Bénin et sur leur niveau relatif de résistance à la salinité. La présente étude a été initiée pour combler cette insuffisance à travers l'évaluation des effets du stress NaCl sur la germination des graines de trois variétés de chou cultivées au Bénin afin de déterminer leur niveau relatif de résistance à la salinité à ce stade.

MATERIEL ET METHODES

Matériel végétal : Il est constitué essentiellement des graines des trois variétés de chou cultivées au Bénin à savoir : Oxylus (Cabus), Tropica cross et K-k cross. Les semences de ces variétés ont été achetées auprès de la société « BENIN SEMENCES ». La société « BENIN SEMENCES » est une société agréée de vente des semences horticoles au Bénin.

Méthodologie

Conditions expérimentales : Quarante (40) graines de chaque variété ont été placées dans des boîtes de Pétri de 10 cm de diamètre contenant du papier buvard. Dans un cas, nous avons ajouté à ces graines 10 ml d'eau distillée (témoin) ; dans un autre cas, nous avons ajouté 10 ml de chaque solution de Chlorure de Sodium de 30 à 120 mM à des intervalles de 30 mM c'est-à-dire 30 ; 60 ; 90 et 120 mM de NaCl. Chaque traitement est répété quatre fois et le nombre de graines germées est décompté tous les jours et ceci pendant dix (10) jours d'incubation à 26°C dans un incubateur à l'obscurité. Le critère utilisé pour la germination a été la percée radicaire.

Dispositif expérimental : Le dispositif expérimental est de type factoriel à deux facteurs en randomisation complète. Le premier facteur représente les cinq (05) traitements salins (T0= 0 mM ; T1= 30 mM ; T2= 60 mM ; T3= 90 mM et T4= 120 mM de NaCl) et le 2^{ème} facteur est représenté par les trois (03) variétés de chou : Oxylus, Tropica cross et K-k cross avec quatre répétitions par traitement pour chaque variété.

Evaluation de l'expérimentation : L'évolution du pourcentage de germination en fonction du temps au cours des 10 jours de l'expérimentation a été déterminée. De même, l'Indice de Germination (IG) a

été déterminé au bout des trois premiers jours selon la formule utilisée par Wouyou *et al.*, (2016) et Kpinkoun *et al.* (2018).

Indice de Germination (IG) = $10 \times (n_{24} + n_{48} + n_{72}) / (n_{24} + 2n_{48} + 3n_{72})$

Où n_{24} , n_{48} , n_{72} désignent respectivement les nombres de grains germées en 24, 48, et 72 heures.

Le pourcentage final de germination a été déterminé pour chaque concentration de NaCl et pour chaque cultivar à la fin des dix jours d'expérimentation selon la formule préalablement utilisée par Kpinkoun *et al.*, (2018).

Pourcentage final de germination = (nombre final de graines germées) x 100 / (nombre total de graines mises en germination)

L'indice de tolérance au sel (ITS) a été déterminé à la fin de l'expérimentation selon la formule utilisée par Kinsou *et al.* (2019) et qui a été adaptée de celle utilisée par Tabatabaei *et al.* (2012).

Indice de tolérance au sel (ITS) =

$(Y_s \times Y_p) / (\bar{Y}_p)^2$ où

Y_s = mesure d'une répétition sous un traitement de NaCl.

Y_p = mesure d'une répétition de témoin.

\bar{Y}_p = moyenne des mesures des répétitions de témoin.

Analyses statistiques : L'analyse des effets des variétés et de l'intensité du stress a été basée sur l'analyse de la variance (ANOVA) à un ou deux facteurs selon le cas. Les moyennes ont été comparées en utilisant le test de Tukey-Kramer. Les analyses statistiques ont été réalisées en utilisant le logiciel "JMP Pro 12" (SAS Institute, 2015).

présence du NaCl à 0 ; 30 ; 60 ; 90 ; et 120 mM respectivement pour les variétés Oxylus, Tropica cross et K-k cross. En absence de stress, les réponses des trois (03) variétés de chou ont été différentes à partir du

RESULTATS

Evolution du pourcentage de germination en fonction du temps : Les figures 1, 2, et 3 décrivent l'évolution de la germination des semences en fonction du temps après 2, 4, 6, 8 et 10 jours de germination en

deuxième (2^{ème}) jour jusqu'au dixième (10^{ème}) jour de germination. Au deuxième (2^{ème}) jour, les taux de germination des graines chez Oxylus, K-k cross et Tropica cross, sont respectivement de 100%, 81,87% et 51,87%. Ainsi, toutes les graines de la variété Oxylus ont germé après 2 jours. Du deuxième au huitième jour, le pourcentage de germination a régulièrement augmenté chez les deux autres variétés pour atteindre les valeurs de 98,12% et 81,25% respectivement pour K-k cross et Tropica cross. Entre le huitième et le dixième jour, seul le pourcentage de germination de la variété Tropica cross a connu une légère augmentation passant de 81,25 à 83,75%. Ainsi, la variété Oxylus a atteint son maximum de germination dès le deuxième jour (100%) et K-k cross au huitième jour (98,12%). En présence du NaCl, il y a eu un ralentissement de la germination pour toutes les variétés et toutes les concentrations du deuxième (2^{ème}) au dixième (10^{ème}) jour de germination avec des comportements qui varient suivant les variétés (Fig. 1,2 et 3) : Au deuxième (2^{ème}) jour, les taux de germination ont chuté chez Oxylus avec des réductions de 0,62% ; 1,25% ; 3,12% et 5% par rapport au témoin, respectivement à 30 ; 60 ; 90 et 120 mM de NaCl. Chez Tropica cross, les taux de germination ont chuté avec des réductions de 1,87% ; 8,12% ; 22,5% et 29,37% par rapport au témoin, respectivement à 30 ; 60 ; 90 et 120 mM de NaCl. Chez K-k cross, une augmentation de 5% est observée à 30 mM NaCl suivie par des réductions de 15% ; 20% et 45,62% par rapport au témoin, respectivement à 60 ; 90 et 120 mM de NaCl. Au quatrième (4^{ème}) jour, les taux de germination ont chuté chez Oxylus de 0,62% ; 1,25% ; 2,5% et 3,12% par rapport au témoin, respectivement à 30 ; 60 ; 90 et 120 mM de NaCl. Chez Tropica cross, les taux de germination ont chuté de 0,62% ; 3,75% ; 10,62% et 8,12% par rapport au témoin, respectivement à 30 ; 60 ; 90 et 120 mM de NaCl. Chez K-k cross, le taux de germination a été identique pour le témoin et le traitement à 30 mM de NaCl ; ce taux a subi des

réductions de 5,62% ; 1,87% et 11,87% par rapport au témoin, respectivement à 60 ; 90 et 120 mM de NaCl. Au sixième (6^{ème}) jour, les taux de germination ont chuté chez Oxylus de 0,62% ; 1,25% ; 2,5% et 3,12% par rapport au témoin, respectivement à 30 ; 60 ; 90 et 120 mM de NaCl. Chez Tropica cross, les taux de germination ont été réduits de 3,75% ; 7,5% ; 11,87% et 12,5% par rapport au témoin, respectivement à 30 ; 60 ; 90 et 120 mM de NaCl. Chez K-k cross, les taux de germination ont été réduits de 0,62% ; 6,25% ; 3,12% et 11,25% par rapport au témoin, respectivement à 30 ; 60 ; 90 et 120 mM de NaCl. Des tendances similaires ont été observées aux huitième et dixième (10^{ème}) jours sauf pour la variété Oxylus pour laquelle aucune évolution du pourcentage de germination n'a été observée au dixième jour. On note que, en présence du stress salin, les pourcentages de germination les plus élevés sont observés pour les trois variétés au deuxième jour et qu'une diminution brutale est observée entre le deuxième et le quatrième jour notamment pour les variétés Tropica cross et K-k cross aux concentrations les plus élevées de NaCl. Les diminutions restent faibles pour la variété Oxylus au-delà du quatrième jour, les changements ont été modérés pour toutes les autres variétés. Ce résultat indique que la salinité agit négativement sur la germination principalement pendant les tous premiers jours de germination et que cette action varie en fonction de la variété. Ces différentes observations indiquent que le stress salin a retardé la germination des graines de toutes les variétés de chou avec des comportements variables. Le retard de germination en présence du NaCl est plus marqué chez les variétés Tropica cross et K-k cross quelle que soit la période considérée que chez Oxylus. Le taux maximum de germination en présence de stress est obtenu dès le deuxième (2^{ème}) jour pour la variété Oxylus et à partir du huitième (8^{ème}) jour pour la variété K-k cross ; la variété Tropica cross a connu une très légère évolution au dixième (10^{ème}) jour.

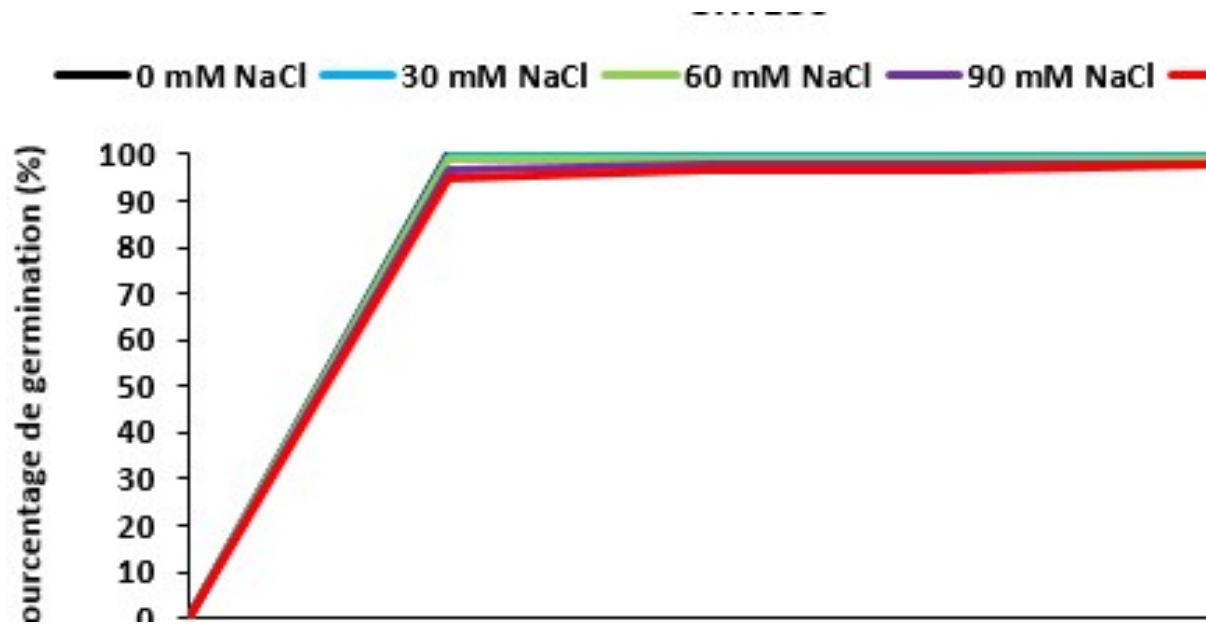


Figure 1 : Cinétique de germination des graines de la variété Oxylus en présence de NaCl

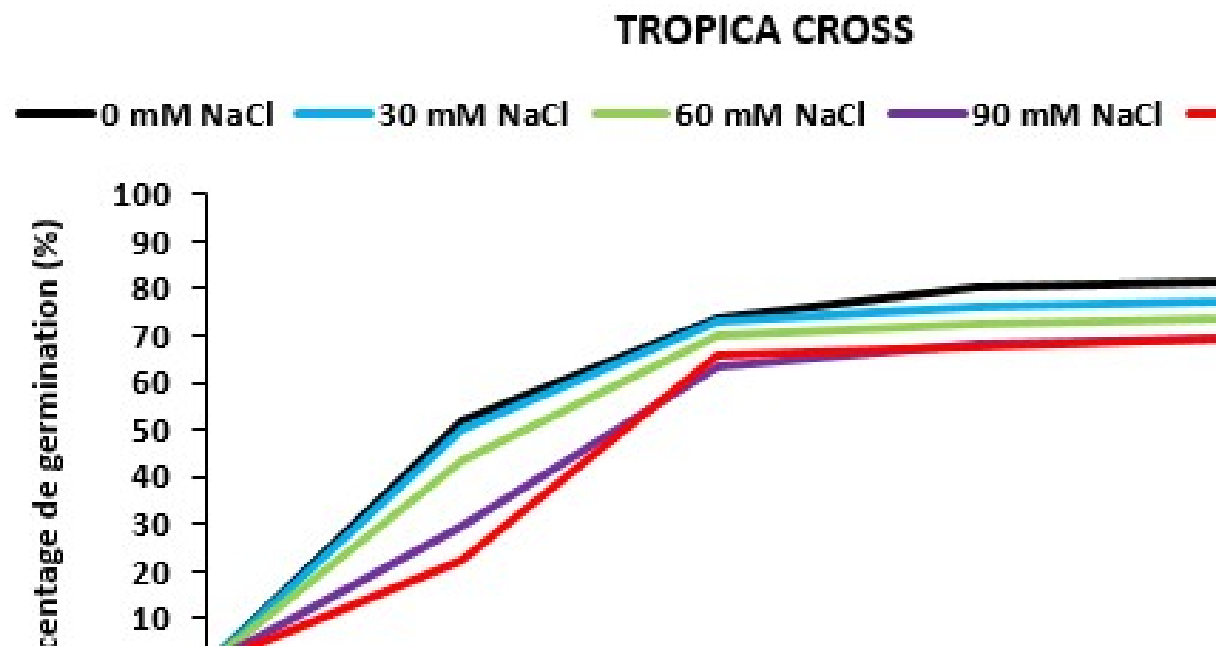


Figure 2 : Cinétique de germination des graines de la variété Tropica cross en présence de NaCl

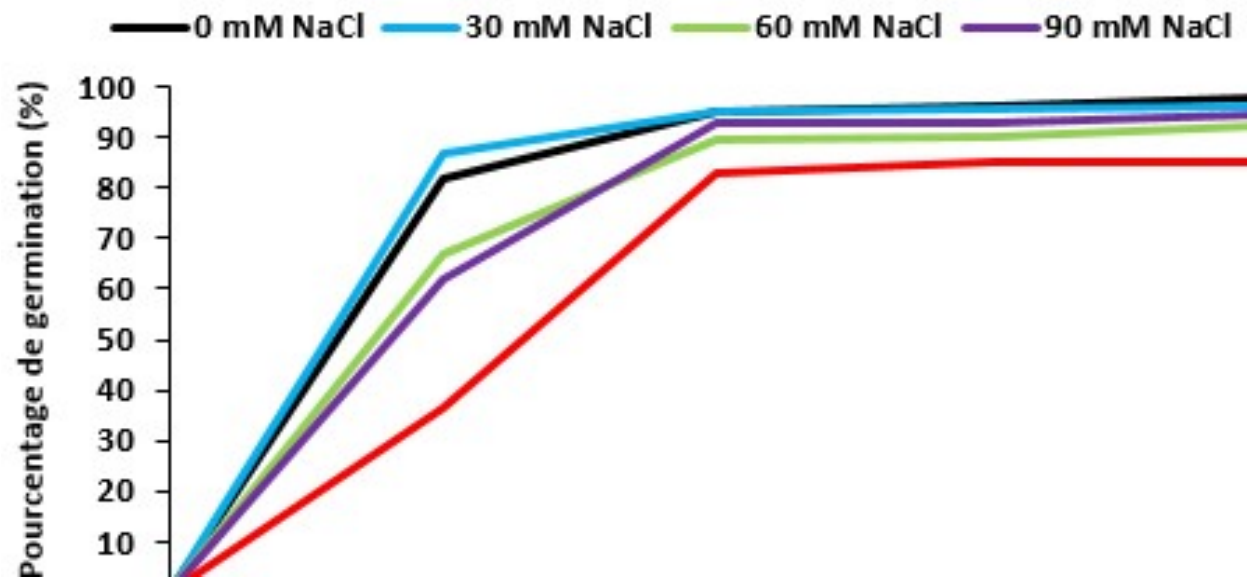


Figure 3 : Cinétique de germination des graines de la variété K-k cross en présence de NaCl

Comportement global des trois variétés de chou vis-à-vis de la salinité : L'analyse de variance à deux facteurs a révélé un effet significatif ($p=0,001$) du stress pour l'indice de germination et le pourcentage de germination final, et une différence significative ($p=0,001$) entre les variétés de même qu'une interaction significative ($p=0,001$ et $p=0,05$) entre stress et variétés (Tableau 1). Ces résultats indiquent que

l'effet de la salinité sur l'indice de germination et le pourcentage final de germination est significatif chez les variétés testées et que les réponses des variétés sont significativement différentes pour les deux paramètres. L'interaction étant significative pour les deux paramètres, les analyses seront faites variété par variété.

Tableau 1 : Résultats de l'ANOVA2 pour l'indice et le pourcentage final de germination :

Paramètres	Stress	Variétés	Interaction (Stress x Variétés)
Indice de germination	23,08***	130,13***	5,97***
Pourcentage final de germination	13,44***	214,70***	2,85*

Les valeurs de F sont données pour les effets des facteurs suivants : stress (présence de NaCl dans le milieu), variétés et l'interaction entre le stress et la variété.

***: différence significative à $p = 0,001$; * : différence significative à $p = 0,05$

Effet de la salinité sur l'indice de germination des variétés : En absence de stress salin, les indices de germination sont de 5 ; 4,888 et 4,463 respectivement chez les variétés Oxylus, K-k cross et Tropica cross (Tableau 2). L'effet du NaCl se traduit par une diminution de l'indice de germination chez les trois variétés. Chez la variété Oxylus, aucune variation n'a été observée à 30 et 60 mM de NaCl mais une très faible diminution (0,32% par rapport au témoin) est observée à 90 et 120 mM de NaCl. Pour les variétés

Tropica cross et K-k cross, une diminution progressive de l'indice de germination est observée à partir de 30 mM de NaCl. Ces réductions sont de 1,65% ; 4,19% ; 9,79% et 13,64% pour la variété Tropica cross et 3,04% ; 7,48% ; 10,24% et 19,63% pour la variété K-k cross respectivement à 30 ; 60 ; 90 et 120 mM de NaCl. Cependant, la diminution observée n'est significative ($p= 0,001$) que chez les variétés K-k cross à partir de 60 mM de NaCl et Tropica cross à partir de 90 mM de NaCl. Ces résultats indiquent que la réduction de

l'indice de germination sous l'effet du NaCl est moins accentuée chez la variété Oxylus comparativement aux deux autres variétés alors qu'elle est plus précoce et

plus accentuée chez la variété K-k cross comparativement à Tropica cross.

Tableau 2 : Indice de Germination des variétés de chou en présence de différentes concentrations de NaCl

Variétés	Concentrations de NaCl (mM)				
	0	30	60	90	120
Oxylus	5,00±0,00 ^a	5,00±0,00 ^a	5,00 ±0,00 ^a	4,98±0,01 ^a	4,98±0,01 ^a
K-k cross	4,89±0,05 ^a	4,74±0,07 ^{ab}	4,52±0,07 ^{bc}	4,39 ±0,13 ^c	3,93 ±0,11 ^d
Tropica cross	4,46±0,06 ^a	4,39 ±0,12 ^{ab}	4,28±0,02 ^{ab}	4,03±0,12 ^{bc}	3,85±0,03 ^c

Les valeurs sont les moyennes ± erreurs standards (n=4). Les moyennes sur la même ligne portant des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 1%.

Effet du NaCl sur le pourcentage final de germination des variétés : En absence du stress, les pourcentages finaux de germination après dix (10) jours sont : 100% ; 98,12% et 83,75% respectivement chez Oxylus ; K-k cross et Tropica cross (Figure 4). La variété Oxylus présente le pourcentage final de germination le plus élevé (100%) et Tropica cross le plus faible (83,75%). L'effet du stress salin se traduit par une réduction du pourcentage final de germination uniquement chez les variétés Tropica cross et K-k cross. Chez la variété K-k cross, les réductions sont de 0,63% ; 3,18% ; 3,82% et 12,74% respectivement à

30 ; 60 ; 90 et 120 mM de NaCl ; soit une réduction significative (p= 0,05) uniquement à 120 mM de NaCl. En ce qui concerne Tropica cross, les réductions observées sont de 2,23% ; 10,44% ; 14,18% et 14,92% respectivement à 30 ; 60 ; 90 et 120 mM de NaCl ; soit une réduction significative (p= 0,01) à partir de 90 mM de NaCl. Ainsi, la variété Oxylus ne subit aucune réduction du pourcentage final de germination sous l'effet du NaCl tandis que les réductions ont été plus précoces et plus fortes chez la variété Tropica cross comparativement à K-k cross.

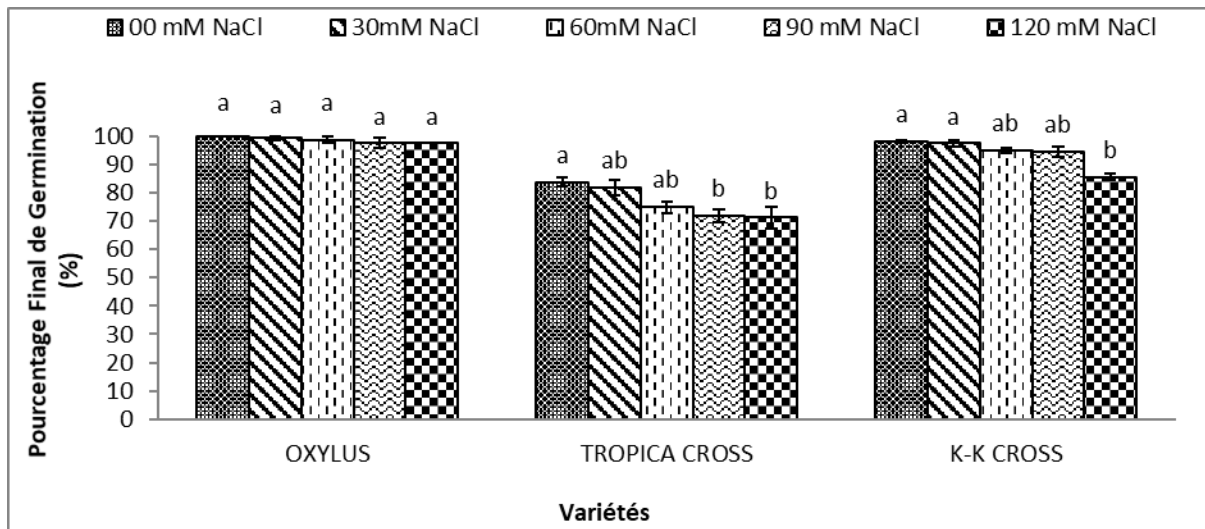


Figure 4 : Effet de différentes concentrations de NaCl sur les pourcentages finaux de germination de trois (03) variétés de chou (Oxylus, K-k cross et Tropica cross)

Indice de Tolérance au Sel des variétés de chou : Les indices de tolérance au sel (ITS) calculés sur la base du pourcentage final de germination sont de 0,982 ; 0,949 et 0,895 respectivement pour les variétés Oxylus, K-k cross et Tropica cross (Tableau 2). Les

résultats révèlent qu'il existe une différence significative (p= 0,001) entre les ITS des trois variétés (tableau 3). La variété Oxylus présente l'indice le plus élevé suivie par K-k cross ; Tropica cross présente l'indice le plus faible.

Tableau 3 : Indice de Tolérance au Sel (ITS) des variétés de chou

Variétés	Oxylus	K-k cross	Tropica cross
ITS	0,982±0,04 ^a	0,949±0,01 ^a	0,895±0,02 ^b

Les valeurs sont les moyennes ± erreurs standards (n=4). Les moyennes portant des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 1‰.

DISCUSSION

D'après nos résultats, la variété Oxylus a atteint son maximum de germination dès le deuxième jour (100%) et K-k cross au huitième jour (98,12%) en absence de stress. Ce résultat indique que les graines de la variété Oxylus présentent une vitesse de germination plus élevée que celles des deux autres variétés. A la fin des dix jours d'expérimentation, la variété Oxylus a présenté le plus grand pourcentage de germination (100%) tandis que Tropica crossa présenté le plus faible (83,75%). Ce résultat indique une variabilité dans la capacité germinative des semences des trois variétés et que la variété Oxylus présente la plus grande capacité germinative et Tropica cross, la plus faible. Le taux maximal de germination en présence de stress est obtenu dès le deuxième (2^{ème}) jour pour la variété Oxylus et à partir du huitième (8^{ème}) jour pour la variété K-k cross ; la variété Tropica crossa connu une très légère évolution au dixième (10^{ème}) jour. Ces résultats indiquent que l'effet du sel sur le rythme de germination dépend de la variété considérée et que dans la limite des concentrations et des variétés testées dans cette étude, une évaluation de l'effet de la salinité sur la germination chez le chou doit être faite au moins sur dix jours. Les résultats ont montré que la salinité a retardé la germination des graines de toutes les variétés et que le retard est plus marqué au deuxième jour pour toutes les variétés. Le retard de germination des semences par la salinité a été démontrée chez plusieurs espèces telles que *Vicia faba* L. (Benidire *et al.*, 2015), l'amarante (Wouyou *et al.*, 2016), le piment (Kpinkoun *et al.*, 2018) et la tomate (Kinsou *et al.*, 2019). Il peut être expliqué par le temps nécessaire à la graine pour mettre en place des mécanismes lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne ou être dû à l'altération des enzymes et des hormones qui se trouvent dans la graine et qui sont nécessaires pour une bonne germination (Ben Miled *et al.*, 1986). Cependant, le retard de germination en présence du NaCl est plus marqué chez les variétés Tropica cross et K-k cross quelle que soit la période considérée que chez Oxylus. Cette observation indique que la variété Oxylus est plus résistante à la réduction

du rythme de germination des semences induite par la salinité que les deux autres variétés. L'effet du NaCl s'est traduit par une réduction de l'indice de germination chez les variétés testées. Des résultats similaires ont été rapportées chez diverses plantes incluant le maïs (Khayatnezhad et Gholamin., 2011), l'orge (Naseri *et al.*, 2012), *Lathyrus sativus* et *Pisum sativum* var. *abyssinicum* (Tsegay et Gebreslassie., 2014), l'amarante (Wouyou *et al.*, 2016) et le piment (Khan *et al.*, 2009 ; Kpinkoun *et al.*, 2018). Les résultats ont révélé que la réduction de l'indice de germination sous l'effet du NaCl est moins accentuée chez la variété Oxylus comparativement aux deux autres variétés alors qu'elle est plus précoce et plus accentuée chez la variété K-k cross comparativement à Tropica cross. Ces résultats indiquent la variété Oxylus est la plus résistante à la salinité sur la base de l'indice de germination tandis que K-k cross est le plus sensible ; la variété Tropica cross présente un comportement intermédiaire. La salinité peut se manifester par deux effets : osmotique qui est réversible et/ou toxique qui est irréversible (Benidire *et al.*, 2015). La présence de doses élevées en NaCl entraîne la diminution du potentiel osmotique du milieu, cela peut retarder ou empêcher l'absorption de l'eau nécessaire pour la germination (Mirmazloum *et al.*, 2010). Aussi une forte concentration en chlorure de sodium peut-elle entraîner, en fonction du temps, l'accumulation des ions Na⁺ et Cl⁻ dans l'embryon, et contribuer ainsi à l'altération des processus métaboliques de la germination voire même à la mort de l'embryon par excès d'ions (Hajlaoui *et al.*, 2007). Les résultats ont montré que la variété Oxylus ne subit aucune réduction du pourcentage final de germination sous l'effet du NaCl tandis que les réductions ont été plus précoces et plus fortes chez la variété Tropica cross comparativement à K-k cross. On peut donc dire que l'effet du NaCl sur le pourcentage final de germination chez le chou dépend fortement de la variété considérée comme rapporté chez plusieurs espèces cultivées (Ghoulam et Farès., 2001 ; Akinci *et al.*, 2004 ; Omami, 2005 ; Jamil *et al.*, 2006 ; El-Dardiry,

2007 ; Gandonou *et al.*, 2011 ; Benidire *et al.*, 2015 ; Wouyou *et al.*, 2016 ; Kpinkoun *et al.*, 2018 ; Kinsou *et al.*, 2019). Ainsi, la variété Oxylus apparaît comme la plus résistante à la salinité sur la base du pourcentage final de germination tandis que Tropica cross est le plus sensible ; la variété K-k cross présente un comportement intermédiaire. La comparaison des indices de tolérance au sel des trois a montré que la variété Oxylus a présenté l'indice le plus élevé suivi par

K-k cross tandis que Tropica cross a présenté l'indice le plus faible. Ces résultats révèlent une variabilité au niveau de l'indice de tolérance au sel des trois variétés comme cela avait été déjà révélé chez le piment (Kpinkoun *et al.*, 2018) et la tomate (Kinsou *et al.*, 2019). Sur la base de l'indice de tolérance au sel, la variété Oxylus apparaît comme la plus résistante à la salinité suivie par K-k cross ; Tropica cross est le plus sensible.

CONCLUSION

Cette étude a montré que le stress salin retarde la germination, réduit l'indice de germination et le pourcentage final de germination. Elle a révélé la variabilité de la résistance relative au stress salin pour les variétés de chou au stade germination. La réponse des variétés dépend du paramètre de germination pris

en compte. Quel que soit le paramètre considéré, la variété Oxylus est la plus résistante. A ce stade des travaux, la variété Oxylus peut être conseillée aux producteurs des zones côtières ou affectées par la salinité tandis que les producteurs des autres zones peuvent produire toutes ces variétés.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient M. Patrice AMOUSSOU pour les corrections apportées à ce manuscrit.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Akinci IE, Akinci S, Yilmaz K, Dikici H, 2004. Response of eggplant varieties (*Solanum melongena*) to salinity in germination and seedling stages. New Zealand Journal of Crop Horticultural Science 32: 193-200.
- Akram M, Hussain M, Akhtar S, Rasul E, 2002. Impact of NaCl salinity on yield components of some wheat accession/ variety. International Journal of Agriculture and Biology 4: 156-158.
- Ben Miled D, Bousaid M, Adblkeffi A, 1986. Colloque sur les végétaux en milieu aride. Djerba 8-10 sept. 1986. Fac. Sci.de Tunis ept. ACCTT : 586.
- Benidire L, Daoui K, Fatemi ZA, Achouak W, Bouarab L, Oufdou K, 2015. Effet du stress salin sur la germination et le développement des plantules de *Vicia faba* L. Sci. 6 (3) : 840-851 .ISSN : 2028- 2508.
- Bhattacharjee S, Triadime F, 2008. Triadimef on pretreatment protects newly assembled membrane system and causes up-regulation of stress proteins in salinity stressed *Amaranthus lividus* L. during early germination. J. Env.Biol, 29(5) : 805-810.
- Chukwu LO, Okpe HA, 2006. Differential response of *Tilapia guineensis* fingerlings to inorganic fertilizer under various salinity regimes. Journal of Environmental Biology 27: 687-690.
- Dahli K, Belkhodja M, 2017. Herbicide Influence on Germination Response of Salt Stressed *Abelmoschus esculentus* L. Okra Seeds. J. Appl. Environ. Biol. Sci., 7(5) : 8-13.
- Déguénon E, 2018. Communication personnelle évoquée le mercredi 30 mai 2018 lors du Forum des jeunes chercheurs sur la Physiologie Végétale et ses applications au service du développement de l'agriculture : Cas de l'igname et des cultures maraîchères.
- El-Dardiry EI, 2007. Effect of soil and water salinity on barley grains germination under some amendments. World J. of Agric. Sci. Egypt, 3(3) :329-338.
- Gandonou CB, Gnancadja SL, Abrini J, Skali Senhaji N, 2012. Salinity tolerance of some sugarcane (*Saccharum* sp.) cultivars in hydroponic medium. Int. Sugar J, 114(1359) :190-196.
- Gandonou CB, Ahanhanzo C, Agbangla C, Errabii T, Idaomar M, Abrini J, Skali Senhaji N, 2011. NaCl effect on *in vitro* sugarcane bud emergency. African Journal of Biotechnology, 10 (4) :539-544.
- Ghoulam C, Fares K, 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Seed Sci. & Technol.29 : 357-364.
- Hajlaoui H, Denden M, Bouslama M, 2007. Etude de la variabilité intra-spécifique de tolérance au

- stress salin du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) au stade de germination. *Tropicultura*, 25, 3, 168-173.
- Hussain K, Majeed A, Nawaz K, Khizar HB, Nisar MF, 2009. Effect of different levels of salinity on growth and ion contents of black seeds (*Nigella sativa* L.). *Current Research Journal of Biological Sciences* 1: 135-138.
- Jamil M, Deog Bae L, Kwang Yong J, Ashraf M, Sheong Chun L, Eui Shik R, 2006. Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetables species. *Journal of Central European Agriculture*; 7(2):273-282.
- Kadri K, Maalam Scheikh MH, Benabdallah A, Rahmoune C, Ben Naceur M, 2009. Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques accessions tunisiennes d'orge (*Hordeum vulgare* L.). *Sciences & Technologie C* (29) :72-79.
- Khan HA, Ayub CM, Pervez MA, Bilal RM, Shahid MA, Ziaf K, 2009. Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) at seedling stage. *Soil and Environ*, 28(1): 81-87.
- Khayatnezhad M, Gholamin R, 2011. Effect of stress levels on five maize (*Zea mays* L.) cultivars at germination stage. *Afr. J. Biotechnol*, 10:12909-12915.
- Kinsou E, Montcho D, Zanklan SA, Kpinkoun JK, Komlan FA, Mensah ACG, Gandonou CB, 2019. Salt Resistance of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Cultivars Produced in Benin at Germination Stage, *International Journal of Plant & Soil Science* 28(2) : 1-12, DOI : 10.9734/IJPSS/2019/v28i230102.
- Kpinkoun JK, Zanklan SA, Montcho D, Kinsou E, Komlan FA, Mensah ACG, Wouyou AD, Gandonou CB, 2018. Response of Chili Pepper (*Capsicum spp.*) Cultivars Cultivated in Benin to Salt Stress at Germination Stage, *International Journal of Plant & Soil Science* 23(3): 1-11, DOI: 10.9734/IJPSS/2018/42118.
- Lakra N, Mishra SN, Singh DB, Pushpa CT, 2006. Exogenous putrescine effect on cation concentration in leaf of *Brassica juncea* seedlings subjected to Cd and Pb along with salinity stress. *Journal of Environmental Biology* 27: 263-269.
- Mallek-Maalej E, Boulasnem F, Ben Salem M, 2004. Effet de la salinité sur la germination de graines de céréales cultivées en Tunisie. *Cahiers Agriculture*. 12:153-6.
- Mirmazloum SI, Szabo K, PoorKalhor V, Németh E, 2010. Effect of different levels of NaCl and CaCl₂ on seed germination characteristics of *Melissa officinalis* L. and *Ocimum basilicum* L. *Hortic*. 21.
- Mrani AM 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, ISSN: 2028-2508.
- Munns R, Tester M, 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology* 59: 651-681.
- Munns R, 2005. Genes and salt tolerance: Bringing them together. *Plant Physiology* 167: 645-663.
- Naseri R, Emami T, Mirzaei A, Soleymanifard A, 2012. Effect of salinity (sodium chloride) on germination and seedling growth of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. *Intl J Agri Crop Sci*, 4(13) : 911-917.
- Nedjimi B, Bekai Z, Guit B, Toumi M, Daoud Y, 2013. Germination et croissance d'*Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* en présence de CaCl₂. *Algerian Journal of Arid Environment*. 3 (1) : 15-23.
- Omami EN, 2005. Response of amaranth to salinity stress, Ph. D Thesis, University of Pretoria, South Africa; 235.
- Orobiyi A, Dansi A, Assogba P, Loko LY, Dansi M, Vodouhè R, Akouègninou A, Sanni A, 2013. Chili (*Capsicum annuum* L.) in southern Benin: production constraints, varietal diversity, preference criteria and participatory evaluation, *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, 3(4):107-120.
- SAS Institute, 2015. SAS/STAT user's guide, Vol. 1; Release 6.03, ed. SAS Institute Inc. Cary, NC.USA.
- Tabatabaei SA, Ranjbar GH, Anagholi A, 2012. Evaluation of physiological indices of salinity tolerance in forage Sorghum (*Sorghum bicolor*) lines, *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*. 3(2): 305-308.
- Tsegay BA, Gebreslassie B, 2014. The effect of salinity (NaCl) on germination and seedling growth of *Lathyrus sativus* and *Pisum sativum* var.

- abyssinicum. African Journal of Plant Science, 8(5):225-231.
- Willenborg CJ, RH Gulden, Johnson EN, Shirtliffe SJ, 2004. Caractéristiques de germination des graines de chou (*Brassica napus* L.) soumises à un stress hydrique à différentes températures. Agro Journal 96 : 786–791.
- Wouyou A, Gandonou CB, Montcho D, Kpinkoun J, Kinsou E, Assogba Komlan F, Gnancadja S L, 2016. Salinity Resistance of Six Amaranth (*Amaranthus* sp.) Cultivars Cultivated in Benin at Germination Stage, International Journal of Plant and Soil Science, 11(3): 1-10, DOI: 10.9734/IJPSS/2016/25892.