

°C : Degré Celcius

µl: Microlitre

ABA: Acide abscissique

APG: Angiosperm Phylogeny Group

AS: Acide Salicylique

ATP : Adenine Tri Phosphate

CaCl₂ : Chlorure de Calcium

DO : Densité Optique

g.l⁻¹ : Gramme par litre

H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène

HE : Huile Essentielle

HSP : Heat shock proteins

Kg :Kilogramme

LEA : Late embryogenesis abundant

MAPKinases : Mitogen activated protein kinase

mg : Milligramme

ml : Millilitre

MS : Matière Sèche

NaCl : Chlorure de Sodium

PAL : Phenylalanine AminoLyase

SOS : Salt Overly Sensitive

UV : Ultra violet

V : Volume

µg : microgramme

Sommaire

Résumé.....	I
Liste des figures.....	IV
Liste des tableaux.....	VI
Abréviations.....	VII
Introduction	01

Chapitre I : Partie bibliographique

I- Les stress.....	03
1- Les stress abiotiques.....	03
2- Le stress salin.....	03
3- Impact de la salinité sur les plantes	04
3-1 Effet de la salinité sur la germination.....	04
3-2 Effet de la salinité sur la croissance de la plante	04
3-3 L'effet de la salinité sur les protéines.....	05
3-4 Effets de la salinité sur les polyphénols flavonoïdes et les tannins.....	05
4- Les stratégies de tolérance et d'adaptation	06
4-1 L'homéostasie cellulaire.....	06
4-2 Activation des gènes.....	07
4-3 Les voies de signalisation.....	07
4-4 La production des antioxydants contre les ROS	07
4-5 Ajustement osmotique.....	08
II- L'acide Salicylique	09
1. Historique.....	09
2. Propriétés physico-chimiques.....	09
3. Synthèse.....	10
4. Rôle.....	11
5. L'acide salicylique et les stress abiotiques.....	12
6. Mode d'action.....	12

III.	La plante.....	13
	1. Le genre <i>Abelmoschus</i>	13
	2. <i>Abelmoschus esculentus</i> (Le gombo)	14
	3. Origine et distribution dans le monde	14
	4. Classification Phylogénétique.....	14
	5. Description	15
	6. Qualité nutritionnelle	16
	7. Composants volatils de gombo.....	17

Chapitre II : Matériels et Méthodes

1.	Matériel végétal.....	18
2.	Tests de germination et Traitement des plantes	18
	2.1. Protocole 1 au stade de germination	18
	2.1.1. Estimation du taux de germination (Tg).....	20
	2.1.2. La précocité de germination.....	20
	2.1.3. Cinétique de germination.....	20
	2.1.4. Taux final de germination.....	21
	2.2. Protocole 2 au stade plante	21
	2.2.1. Conditions de culture	21
	2.2.2. Application du stress	22
	• Dosage des protéines.....	22
	• Extraction et dosage de quelques métabolites secondaires.....	22
	a. Les polyphénols	23
	b. Les tanins hydrolysables.....	23
	c. Les flavonoïdes.....	23
3.	Traitements statistiques	24

Chapitre III : Résultats et Discussion

I.	REPONSES DU GOMBO AU STADE GERMINATION SOUS STRESS.....	25
1.	Précocité à la germination	25
2.	Taux final de germination.....	29
3.	Cinétique de germination	33
a.	Les graines stressées en NaCl seulement.....	33
b.	Les graines stressées aux différentes concentrations de NaCl additionnée 0.05 mM AS	34
c.	Les graines stressées aux différentes concentrations en NaCl additionnée 0.25mM SA	35
d.	Les graines stressées à différentes concentrations de NaCl additionnée 0.5 mM SA	36
II.	REPONSES DU GOMBO AU STADE PLANTE SOUS STRESS.....	39
1.	Les protéines	39
2.	Polyphénols.....	41
3.	Les flavonoïdes	44
4.	Les tanins hydrolysables	47
	Discussion.....	49
	Conclusion.....	57
	Références.....	58
	ANNEXES.....	76

INTRODUCTION

Les terres arides et semi arides représentent un tiers de la surface du globe, près de 400 millions d'hectares. (JOUVE et *al.*, 2002 ; BAATOUR et *al.* 2004). En moyenne, le monde perd 10 hectares de terres cultivables par minute, dont 3 hectares à cause de la salinisation. Environ, 10 à 15% des surfaces irriguées, 20 à 30 millions d'hectares, souffrent de problèmes de salinisation (MERMOUD, 2006)

Dans les régions méditerranéennes, la salinité des sols et les eaux d'irrigation est l'un des facteurs limitatifs de la productivité végétale et du rendement agricole. Ainsi, la sécheresse est l'un des principaux facteurs limitant des rendements, le manque d'eau, souvent associé à d'autres stress abiotiques sont responsables de pertes de rendement très importantes (TAVILI et BINIAZ., 2009 ; BERRICHI, 2010). En effet, le climat est le facteur le plus important du développement des sols par exemple, l'évapotranspiration des climats arides peut provoquer une accumulation des sels et les ressources hydriques appropriées à l'irrigation deviennent moins abondantes (LIONELLO et *al.*, 2006). Sous le climat méditerranéen, la sécheresse est récurrente et peut être mensuelle, saisonnière ou annuelle, elle est présente en raison des températures élevées et d'une pluviométrie modeste et surtout très variable (HENIA, 1993).

L'Algérie fait partie des pays à climatologie caractérisée par un régime semi-aride à aride couvrant de grandes surfaces, ce climat se distingue par de grandes variations intra et inter annuelles de la température et la pluviométrie. Aussi, l'Algérie est caractérisée par un biotope défini par des dépôts géologiques salifères et des nappes phréatiques ou artésienne salée (BOUZERZOUR et *al.*, 2002).

Face à ces conditions de stress, les plantes mettent en œuvre des stratégies d'adaptation et de défense. Pour cela elles possèdent des mécanismes de perception et de signalisation complexes leur permettant de produire une réponse plus ou moins spécifique des stimuli perçus (NETTING, 2002 ; JACQUARD, 2007).

La réaction des plantes à la salinité est très différente soit en phase de la germination (BELKHODJA et SOLTANI, 1992, ASKRI et *al.*, 2007) ou à celle du développement (THAMIR et *al.*, 1992 ; BENACEUR et *al.*, 2001).

Le choix de notre matériel expérimental a porté sur une malvacée, le gombo (*Abelmoschus esculentus* L.), espèce introduite au laboratoire de Physiologie depuis peu. Cette espèce est utilisée comme légume pour ces qualités nutritionnelles (MACLEOD et AMES, 1990), et procurent un apport non négligeable de vitamines et de sels minéraux dont le calcium, (GRUBBEN, 1977).

En Algérie, le gombo est très peu connu, il n'est cultivé et commercialisé que dans les régions de l'Est.

Pour encourager le développement du gombo sur les terres algériennes et l'intégrer dans la production agricole, il s'impose de mieux connaître cette espèce, sa réponse en phase de germination, et en phase plante vis-à-vis des conditions écosystémiques.

L'expérimentation a porté sur des graines de cette espèce au cours de leur germination et sur des plantes au cours de leur croissance sous contrainte saline en présence d'acide salicylique. Cet acide salicylique, hormone largement utilisée dans le domaine des stress biotiques (BENHAMOU et REY, 2012 ; JOURDAN et *al.*, 2008, GRANT et LAMB, 2006) fait l'objet de très peu de travaux dans le domaine des plantes conduites sous contraintes abiotiques (HAYAT et *al.*, 2010 ; AFTAB et *al.*, 2011 ; JAYAKANNAN et *al.* 2013).

Dans notre expérimentation, le choix des concentrations en acide salicylique est établi en référence à de nombreux travaux sur cette hormone par exemple, 0.05 mM est utilisé chez le pois chiche, le blé et l'orge (VANACKER et *al.*, 2001 ; DEEF, 2007 ; BOUKRAË et *al.*, 2013), 0.25 mM utilisé chez le maïs et l'orge, le blé et la pomme de terre (ARFAN M. et *al.*, 2007 ; SUN, 2009 ; SAJID et AFTAB, 2012 ; TUFAIL et *al.*, 2013) et la concentration de 0.5 mM est utilisé chez le pois chiche, le pistache, la tomate et le maïs (SZEPESEI et *al.*, 2005 ; ARFAN M. et *al.*, 2007 ; ZAHRA et *al.*, 2010 ; BASTAM et *al.*, 2013).

Notre travail s'articule autour des parties suivantes :

- Au cours de la germination,
- Au cours de la croissance de la plante,

CHAPITRE 1

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I. LES STRESS

Le physiologiste canadien HANS SELYE, qui a inventé le terme les années 1930, (CHERNYAD'EV, 2005) a défini le stress comme une « réponse non spécifique de l'organisme à toute sollicitation ». D'origine anglaise, le mot « stress » était employé en mécanique et en physique et voulait dire « force, poids, tension, charge ou effort ». Ce n'est qu'en 1963 que HANS SEYLE a utilisé ce mot en médecine et le définit comme étant « des tensions faibles ou fortes, éprouvées depuis toujours et déclenchées par des événements futurs désagréables ou agréables ».

La transposition au monde biologique proposée par LEVITT est assez intéressante (GRAVOT, 2008). Il définit le stress comme étant tout facteur environnemental susceptible de déclencher chez les plantes des modifications chimiques ou physiques dommageables. Ces modifications représentent la contrainte qui peut être plastique ou élastique (LEVITT, 1972 in GRAVOT, 2007)

Les organismes sont généralement soumis à deux types de stress : les stress biotiques (dus à une agression par autres organismes) et les stress abiotiques (qui sont dus principalement à des facteurs environnementaux) (ZHU, 2002 ; VINCENT, 2006).

1. Les stress abiotiques

Les stress environnementaux sont qualifiés d'abiotiques, par opposition aux stress biotiques induits par des organismes vivants. Leur impact sur les végétaux dépend de la nature des contraintes physiques engendrées, lesquelles peuvent se recouvrir partiellement.

Ainsi le gel, la déshydratation et la salinité ont en commun une composante osmotique qui peut rompre l'homéostasie hydrique cellulaire (FLOWERS *et al.*, 1977)

2. Le stress salin

La salinité des sols constitue l'un des principaux stress abiotiques limitant la croissance des plantes cultivées (ABDELLY *et al.* 2008; MUNNS et TESTER, 2008). Cette salinité peut être naturelle ou induite par les activités agricoles comme l'irrigation (avec de l'eau de faible qualité) ou l'utilisation de certains types d'engrais (BARTELS et NELSON, 1994; RUBIO *et al.*, 1995).

Dans les régions arides et semi-arides, les plantes doivent être irriguées afin de garantir les cultures et d'augmenter la production. Dans ces régions, la mauvaise qualité des eaux d'irrigation accompagnée d'un drainage insuffisant entraînaient souvent une accumulation de sels dans le sol. Ainsi, chaque année, près de 10 millions d'hectare de terres cultivables sont

perdus dans le monde du fait de cette accumulation. La physiologie des plantes poussant dans des sols salés est ainsi altérée, ce qui réduit leur croissance et leur rendement. (BESRI, 1980 ; JABNOUNE, 2008).

Il est possible de limiter l'ampleur prise par la salinisation des terres et des eaux par l'exploration des écosystèmes salins (BELKHODJA et BIDAI, 2004).

3. Impact de la salinité sur les plantes

3.1. Effet de la salinité sur la germination

La présence de sel en excès dans le sol est un des facteurs critiques qui affecte défavorablement la germination de la graine, empêchant les espèces de s'adapter aux environnements salins (SOSA et *al.*, 2005). Des niveaux élevés de salinité du sol peuvent nuire considérablement à la germination des graines et la croissance des semis, en raison des effets combinés de la haute toxicité des ions (GRIEVE et SUAREZ, 1997).

Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (KABAR., 1986 in DEBEZ et *al.*, 2001).

A titre d'exemple ; le taux de germination du cotonnier chute de 70% en présence de 12 g/l de chlorure de sodium (NaCl) et la germination des tubercules de pomme de terre peut être retardée de 3 à 7 jours selon le degré de salinité du sol (LEVIGNERON et *al.*, 1995). La luzerne qui voit sa germination affectée négativement par la présence du sel et peut être inhibée complètement à des concentrations supérieures à 15 g/l de NaCl (CHAIBI., 1995).

3.2. Effet de la salinité sur la croissance de la plante

La tolérance d'une culture à la salinité est une valeur relative basée sur les conditions de croissance de cette culture, la résistance au sel dépend de la complexité anatomique et physiologique de la plante (ZHU, 2001). Le NaCl peut augmenter la croissance et le développement des plantes, mais à un certain taux, le sel peut nuire et endommager la croissance et le développement des plantes à cause du changement du potentiel osmotique, du déséquilibre ionique et de la toxicité ionique dans les cellules (RUBIO et *al.*, 2008).

En présence des conditions salines, une diminution dans la croissance de l'appareil végétatif aérien et une stimulation du développement racinaire ont été observées. Des irrigations avec une eau contenant 8 g/l de sel provoque une réduction de la biomasse aérienne (hauteur et surface foliaire) de certaines variétés de blé (M'BAREK et *al.*, 2001).

MAINASSARA et *al.*, 2009 suggère que sous contrainte saline, la plante dépense plus d'énergie photosynthétique pour maintenir un statut hydrique élevé et pour la production des racines en vue de la recherche d'eau et/ou la réduction de la perte d'eau.

3.3. L'effet de la salinité sur les protéines :

Sous les conditions salines il y a un changement dans le modèle d'expression des gènes, et des changements qualitatifs et quantitatifs dans la synthèse des protéines (REYNOLDS et *al.*, 2001). La salinité peut imposer des effets spécifiques ioniques sur les plantes parce que les fortes concentrations d'ions (Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-}) accumulés dans les cellules, agissent en désactivant des enzymes, en inhibant la synthèse des protéines ou en favorisant le dépliage menant à la dénaturation des protéines, ainsi le contenu des protéines solubles des feuilles diminue en réponse à la salinité (PARIDA et *al.*, 2002 ; RASANEN, 2002). AGASTIAN et *al.* (2000) ont rapporté que les protéines solubles augmentent à des niveaux bas de salinité et diminuent en hautes concentrations de salinité chez les mûres.

Les grandes catégories des protéines produites face au stress sont :

- Les protéines impliquées dans la transduction du signal et le contrôle de la transcription telles que les protéines kinases, les phospholipases, les phosphatases ou les facteurs de transcription ;
- Les protéines impliquées dans l'assimilation et le transport de l'eau et des ions, telles que les aquaporines et les transporteurs d'ions, et les protéines impliquées dans la protection des membranes et des protéines, telles que les protéines de choc thermique (heat shock proteins, HSP), les protéines chaperonnes et les protéines LEA (late embryogenesis abundant)
- Les protéines impliquées dans les mécanismes régulés, tels que le métabolisme carboné, les parois (WANG et *al.*, 2003).

3.4. Effets de la salinité sur les polyphénols flavonoïdes et les tannins :

Les polyphénols constituent un groupe de substances variées et ubiquistes. En font partie les flavonoïdes, les tanins les dérivés phénylpropanoïdes tels que les lignanes, les esters et amides hydroxybenzoïques, les stilbènes, les coumarines, les acides hydroxybenzoïques, les xanthones et de nouveaux composés sont identifiés continuellement (MAAROUF, 2000; HOPKINS, 2003; GEORGE et *al.*, 2005).

Bien qu'étant très diversifiés, ils ont tous en commun la présence d'un ou de plusieurs cycles benzéniques portant une ou plusieurs fonctions hydroxyles.

Alors les composés phénoliques sont une classe qui constitue 8000 composés.

Ils sont divisés en plusieurs catégories:

- ✿ les acides phénoliques;
- ✿ les flavonoïdes;
- ✿ les tanins obtenus par polymérisation des flavonoïdes;
- ✿ les lignanes avec les isoflavones sont nommés phyto-oestrogènes (SFA, 2005).

Chez les plantes la synthèse et l'accumulation des polyphénols est généralement stimulées en tant que réponse des stress tel que la salinité (NACZK et SHAHIDI, 2004 ; DIXON et PAIVA, 1995 ; NAVARROET *al.*, 2006). Les composés phénoliques participent dans le processus de défense contre les ROS (espèces réactives à l'oxygène) qui sont produites lors du métabolisme photosynthétique établie sous les stress environnementaux (SREENIVASULU et *al.*, 2000). L'augmentation de la concentration des polyphénols dans les tissus est une réponse de l'augmentation de la salinité indique l'induction du métabolisme secondaire qui est une méthode de défense adoptée par les plantes face au stress salin mais réduit la production de la biomasse (KATE, 2008; DE ABREU et MAZZAFERA, 2005). Cependant, KARADGE (1981), a observé une réduction linéaire dans le contenu des polyphénols dans les feuilles de *Portulaca oleracea* avec l'augmentation du sel (SAILAJA et SUJATHA, 2013).

Les flavonoïdes sont parmi les métabolites secondaires les plus actifs chez les plantes, ils ne sont pas essentiels à la survie de la plante mais ils sont bioactifs et influencent le transport des hormones de la plante surtout l'auxine ainsi que leur activité antioxydante. Il était trouvé qu'il y a une augmentation considérable dans les niveaux des flavonoïdes lors de stress salin, celles qui sont dérivé de la voie biosynthétique phénylpropanoïdes sont reconnus d'être responsive au stress (TREUTTER, 2006 in SAILAJA et SUJATHA, 2013).

ELFEEL et BAKHASHWAIN (2012) ont reporté que la concentration des tannins a augmenté avec l'augmentation de la salinité chez *Acacia saligna*

4. Les stratégies de tolérance et d'adaptation

Les mécanismes de tolérance et d'adaptation au sel chez les plantes peuvent être groupés en :

4.1.L'homéostasie cellulaire

La capacité d'un organisme à s'adapter à son environnement est d'une importance vitale. La vie existe à travers le maintien d'un équilibre dynamique complexe de l'environnement interne appelé «homéostasie» qui constitue un défi constant face aux forces adverses intrinsèques ou extrinsèques, réelles ou perçues: les agents stressants (HABIB et *al.*, 2001)

L'homéostasie ionique au niveau des cellules est atteinte sous stress salin par les stratégies suivantes:

- ✿ exclusion des ions Na^+ des cellules par les canaux ioniques: anti-port Na^+/H^+ , ou bien par la limitation d'entrée des ions Na^+ ,
- ✿ compartimentation de Na^+ dans des vacuoles intracellulaire pour un ajustement osmotique,
- ✿ la sécrétion de Na^+ .

Ainsi la régulation du transport ionique joue un rôle fondamental pour la tolérance au sel chez les plantes. L'analyse génétique d'un mutant d'*Arabidopsis* SOS (Salt Overly Sensitive) a permis l'identification des mécanismes (the SOS pathway) qui régulent l'homéostasie cellulaire et la tolérance au sel (ZHU, 2002).

4.2. Activation des gènes

Les signaux transmis dans la cellule suite à un stress vont activer la transcription de gènes permettant à la cellule de survivre dans des conditions hostiles. L'activation de la transcription de ces gènes se fait par l'intermédiaire de facteurs de transcription (CALU, 2006).

4.3. Les voies de signalisation

Les voies de transduction du signal chez les plantes soumises aux stress environnementaux ont été divisées en trois types importants:

- (I) le signal du stress osmotique/oxydatif qui utilise des modules de MAPKinases (mitogen activated protein kinase) ;
- (II) signal dépendant du Ca^{2+} qui mène à l'activation des gènes de type LEA tels que (DRE) les éléments de réponse à la déshydratation/(CRT) des facteurs de transcription de réponse sensible au froid et
- (III) le signal dépendant de Ca^{2+} par la voie SOS (salt overly sensitive) ce qui a comme conséquence l'homéostasie ionique. (KAUR et GUPTA, 2005)

4.4. La production des antioxydants contre les ROS

Les ROS (*Reactive Oxygen Species*) sont depuis longtemps reconnues pour leur importance dans la réponse des plantes aux contraintes environnementales. Certains symptômes observés en situation de stress d'origine biotique ou abiotique sont la conséquence d'une forte accumulation de radicaux libres oxygénés et d'une altération de l'homéostasie cellulaire. Ces symptômes traduisent à la fois une oxydation de la chlorophylle au niveau des

feuilles, mais aussi la mort par nécrose de cellules isolées ou de groupements de cellules dans les différents tissus végétaux (PARENT *et al.*, 2008)

Lors d'un stress hydrique ou salin, l'inhibition de la photosynthèse, et plus précisément la fuite d'électrons due à la diminution de la fixation du CO₂, entraîne une forte accumulation de ROS (DAT *et al.*, 2000). C'est cette même inhibition de la cascade photosynthétique qui est à l'origine de la production de formes réactives de l'oxygène lorsque la plante subit des fluctuations importantes de température (LARKINDALE *et al.*, 2005)

De nombreuses études ont montré que les ROS peuvent aussi intervenir dans les cascades de signalisation responsables de l'induction et de la régulation de nombreux gènes de défenses (protéines chaperonnes, *Heat Shock Proteins* ; enzymes antioxydants, ascorbate peroxydase (APX), glutathione-S-transferase (GST) ; gènes liés à la pathogenèse (PR) (DESIKAN *et al.*, 2001 ; VANDENABEELE *et al.*, 2003 ; APPEL et HIRT, 2004 ; ZAGO *et al.*, 2006)

4.5. Ajustement osmotique

Afin de se protéger contre un stress osmotique, les plantes synthétisent en grande quantité des solutés compatibles : ce sont des molécules non toxiques qui s'accumulent majoritairement dans le cytoplasme et qui n'interfèrent pas avec le métabolisme normal. Leur rôle principal est de préserver la turgescence de la cellule en maintenant une osmolarité intracellulaire égale à l'osmolarité cellulaire, ce qui évite un efflux d'eau de la cellule, mais ils ont aussi d'autres fonctions de protection pour la cellule.

En plus de leur rôle d'osmolytes, les sucres pourraient protéger des macromolécules, stabiliser les structures membranaires en interagissant avec les groupements polaires des phospholipides et lutter contre les effets des ROS. Il est également possible qu'ils participent au phénomène de vitrification des cellules.

Un autre soluté compatible majeur est la proline. Cet acide aminé est synthétisé à partir du glutamate et s'accumule en conditions de stress osmotique (DELAUNEY *et al.*, 1993). La proline a probablement de nombreuses fonctions dans la protection de la cellule contre les effets du stress osmotique, telles que la stabilisation des structures cellulaires, la prévention des effets des ROS et elle pourrait même participer à la signalisation du stress (NANJO *et al.*, 1999).

Enfin, certaines amines telles que la spermidine, la putrescine, la spermine et la glycine bêtaïne (celle-ci n'étant pas synthétisée par *Arabidopsis*) sont également utilisées comme osmolytes. Comme les composés précédemment décrits, leur rôle ne se limite probablement

pas à celui de solutés compatibles, mais leurs autres propriétés permettant de lutter contre les effets du stress osmotique ne sont pas encore bien documentées (SEKI *et al.*, 2007).

II. L'acide Salicylique

L'acide salicylique, très largement répandu dans les plantes, est considéré comme une phytohormone d'une nature phénolique impliquée dans la résistance systémique acquise (SAR) lors d'une réaction d'une hypersensibilité et participe dans la régulation des processus physiologiques ou en réponse au divers stress (UV, ozone, blessures,...) (LEPOIVRE, 2003 ; SAKHABUTDINOVA *et al.*, 2003 ; MACHIEX *et al.*, 2005), il a été trouvé dans les feuilles et organes reproducteurs de 34 espèces d'importance agronomique (PANCHEVA *et al.*, 1996).

1. Historique

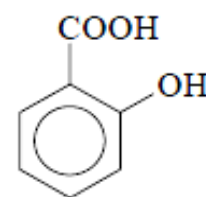
L'acide salicylique est découvert en 1828 quand Johann Buchner a isolé avec succès une petite quantité de salicyline, le glucoside d'alcool salicylique, à partir de l'écorce de saule. Le nom d'acide salicylique vient du nom latin *Salix* et a été donné à cet ingrédient actif du Saule par Raffaele Piria en 1838. La première production commerciale d'AS synthétique a débuté en 1874 en Allemagne. Son dérivé acétylé (acide acétylsalicylique) a été introduit sous le nom commercial d'aspirine par l'entreprise Bayer en 1898 et est rapidement devenu le médicament le plus vendu dans le monde (RASKIN, 1992).

L'acide salicylique était utilisé par les indiens d'Amérique, depuis longtemps, pour traiter les migraines. Ils plaçaient pour cela des écorces de saule autour de leur tête (HOPKINS, 2003).

Les fleuristes le savaient déjà, mais sans en connaître les bases (RASKIN *et al.*, 1987). En effet, ajouter un comprimé d'aspirine à l'eau d'un vase contenant des fleurs permet de les conserver plus longtemps et en meilleur état, action attribuée à une inhibition de la biosynthèse de l'éthylène (HELLER, 1998).

2. Propriétés physico-chimiques

L'acide salicylique (acide *o*-hydroxybenzoïque ($C_7H_6O_3$), $M_m = 138,12$ g/mol), point de fusion $195^\circ C$, point d'ébullition $211^\circ C$ à 2666 Pa, $pK_a = 3,01$, est un métabolite secondaire appartient aux composés phénoliques naturellement synthétisés par certains végétaux. Elle est modérément soluble dans l'eau mais hautement soluble dans des solvants polaires organiques.



acide salicylique

Tableau 1 - Solubilité de l'acide salicylique dans les différents solvants (g.l⁻¹) :

Ether éthylique	Alcool	Eau à 20°C	Chloroforme	Benzène	Eau à 100°C
2,1	2,2	14,5	62	118	458

Cet acide est présent en abondance dans l'écorce et les feuilles de saule *Salix alba*, notamment, dans les fruits, sous forme estérifiée de salicylate de méthyle (HELLER, 1998 ; YALPANI et al., 1991).

3. Synthèse

Deux voies de biosynthèse du SA sont possibles chez les plantes. La première est la voie des phénylpropanoïdes, ou de l'acide benzoïque (LEPOIVRE, 2003). Lors de plusieurs études, des précurseurs de l'acide salicylique marqués avec un isotope radioactif; l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique, ont été mis en contact avec des plantes de tabacs saines et infectées (CLERIVET et al., 1996). Les résultats de ces recherches démontrent que la synthèse de l'acide salicylique, débute avec la phénylalanine. Cette dernière est transformée en acide cinnamique par la phénylalanine ammonia lyase (PAL). L'acide cinnamique est ensuite transformé en acide benzoïque, qui est finalement, hydroxylé par l'acide benzoïque - 2- hydroxylase en acide salicylique (DEMPSEY et al., 1994).

Une voie alternative de synthèse existe chez les bactéries et dans les chloroplastes de plantes. Cette voie implique les enzymes isochorismate synthase (EC 5.4.99.6) et isochorismate pyruvate lyase qui catalysent les deux étapes de synthèse à partir de l'acide chorismique (VASYUKOVA et OZERETSKOVSKAYA, 2007).

Plusieurs études ont été effectuées afin de montrer la voie de biosynthèse de l'acide salicylique chez la plante. L'acide salicylique peut s'accumuler dans la cellule à la suite d'une nouvelle synthèse via l'acide cinnamique (CHADHA et al., 1974) d'une hydrolyse de la forme glycosylée entreposée dans les parois cellulaires (ENYEDI et al., 1992; HENNIG et al., 1993) ou d'une dégradation des flavones (CLERIVET et al., 1996).

Selon BERNARD F. dans KLARZYNSKI et FRITIG (2001) les concentrations d'acide salicylique sont de l'ordre de quelques dizaines à centaines de nanogrammes par gramme de tissu frais dans les tissus sains, et de quelques microgrammes à dizaines de microgrammes par gramme de tissu frais dans les tissus atteints. Il faut cependant préciser qu'il s'agit là des concentrations totales d'acide salicylique, dont l'essentiel se trouve sous libre ou sous forme conjugués de glycosylates méthylé, glucose-ester ou conjugué avec les aminoacides (LEE et al. 1995)

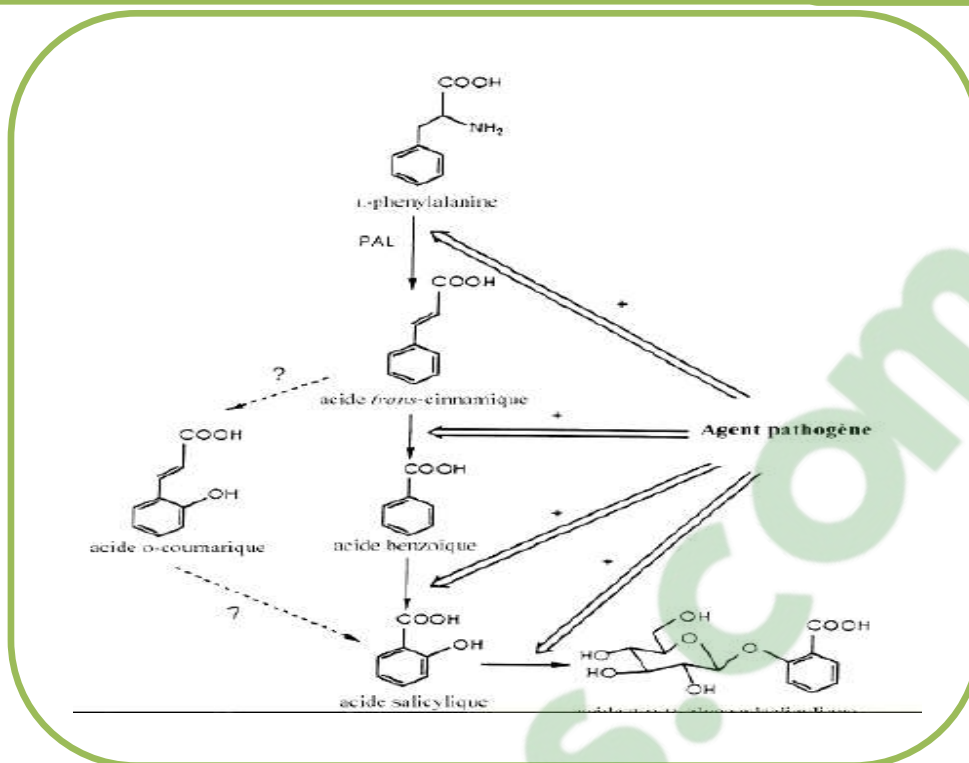


Fig.1 - Biosynthèse de l'Acide Salicylique dans la plante (PAL : Phénylalanine Ammonia Lyase) (d'après YALPANI et RASKIN, 1993)

4. Rôle

L'AS est une molécule omniprésente de signalisation et impliqué dans beaucoup de phénomènes physiologiques des plantes (RASKIN, 1992), parmi lesquels l'activation de réponses de défense de la plante envers de des attaques par des champignons, bactéries ou virus a trouvé une attention particulière.

Le SA module aussi la mort cellulaire associée à la réponse hypersensible, l'activation de la peroxydation des lipides et la génération de radicaux libres (DEMPSEY et *al.*, 1999; SHAH et KLESSIG, 1999).

L'AS joue un rôle d'un inducteur naturel de la thermogenèse dans *Arum*, induire la floraison dans plusieurs plantes, contrôle l'absorption des ions par les racines et la conductivité stomacale (RASKIN, 1992). Des données expérimentales indiquent la participation de l'AS dans le signal de la régulation des expressions des gènes de la sénescence des feuilles chez *Arabidopsis* (MORRIS et *al.*, 2000) en plus l'AS peut servir comme un régulateur de gravitropisme (MEDVEDEV et MARKOVA, 1991), inhibition de mûrissement des fruits (SRIVASTAVA et DWIVEDI, 2000).

Ainsi, chez le soya, il semble que la vaporisation d'une solution aqueuse d'acide salicylique sur le feuillage ait stimulé la croissance des tiges et racines sans affecter la photosynthèse (GUTIERREZ et *al.*, 1998). Par ailleurs, son injection directement dans la tige du maïs y augmenterait à la fois la photosynthèse et le rendement en grains (ZHOU et *al.*,

1999). Au contraire, chez l'orge, l'acide salicylique diminuerait l'accumulation de biomasse, ralentirait l'expansion foliaire, conduirait à une baisse du taux de photosynthèse, de l'activité du PSU et de l'activité carboxylase de la Rubisco, réduirait la transpiration et amoindrirait l'épaisseur du limbe et la taille des cellules épidermiques (JANDA *et al.*, 1999 ; UZUNOVA et POPOVA, 2000).

5. L'acide salicylique et les stress abiotiques

A présent, un intérêt considérable a été suscité par le pouvoir de l'AS à produire des effets protecteurs sous l'action des facteurs de différentes natures de stress abiotique. Ainsi, des données obtenues indiquent que l'induction de l'AS augmente la résistance des semis du blé à la salinité (SHAKIROVA et BEZRUKOVA, 1997) et le déficit hydrique (BEZRUKOVA *et al.*, 2001) et prévient la réduction du contenu en IAA et les cytokinine ce qui réduit l'inhibition du développement induit par le stress (SAKHABUTDINOVA *et al.*, 2003). L'AS aussi augmente la résistance de la tomate et la fève à la baisse et l'augmentation des températures (SENARATNA *et al.*, 2000), ainsi que l'action des métaux lourds sur le riz (MISHRA et CHOUDHURI, 1999). L'AS induit la synthèse des protéines de choc thermique chez le tabac (BURKHANOVA *et al.*, 1999) accumulation des lectines du blé (SHAKIROVA and BEZRUKOVA, 1997), rapide activation de la protéine 48kD kinase dans une suspension cellulaire du tabac, sous un stress osmotique (MIKOLAJCZYK *et al.*, 2000).

L'application appropriée de l'AS peut fournir une protection contre plusieurs contraintes environnementales mais il peut causer un stress oxydatif, partiellement lors de l'accumulation du peroxyde d'hydrogène. Mais une concentration basse de peroxyde d'hydrogène ainsi améliore la capacité antioxydative des plantes et stimule la synthèse des composés protecteurs qui mène à accroître la tolérance aux stress abiotiques (HARA *et al.*, 2012)

6. Mode d'action

L'acide salicylique pourrait agir en régulant la teneur en eau oxygénée cellulaire et pariétale. Cette hypothèse qui en vogue en milieu des 1990, découlait du fait que l'acide salicylique est capable de se lier à la catalase, en inhibant alors l'activité de cette enzyme qui dégrade normalement l'eau oxygénée dans la cellule d'où une activation des mécanismes de défense (induction des gènes, activation des peroxydases permettant la rigidification de la paroi cellulaire par réticulation des protéines de la paroi ou par néoformation de la lignine), à l'inverse d'autres expliquent qu'il semblerait que l'augmentation initiale de l'eau oxygénée soit le facteur primaire qui stimule la biosynthèse de l'acide salicylique. Néanmoins, et quelque

soit le mécanisme, l'acide salicylique joue donc un rôle de premier plan dans la résistance de la plante. (MACHIEX et *al.*, 2005)

III. La plante

1. Le genre *Abelmoschus*

Le genre *Abelmoschus* comprend 6 à 20 espèces d'herbes annuelles ou vivaces, estimation qui varie selon les principes taxonomiques appliqués.

Le genre *Abelmoschus* a été établi par MEDIKUS (1787), mais la plupart des auteurs ont suivi DE CANDOLLE (1824) et ils l'ont traité comme une section de l'*Hibiscus*.

C'était seulement en 1924 que HOCHREUTINER a défini clairement la discrimination des caractéristiques morphologique. Sa reconnaissance subséquente de l'*Abelmoschus* en tant qu'un genre a été acceptée dans la plupart des travaux botanique. (SIEMONSMA, 1982)

Parmi les dix espèces reconnues actuellement, deux sont cultivées pour leur fruit: *A. esculentus* et *A. caillei*. Deux autres espèces, de moindre importance, font l'objet d'une culture: *A. manihot*, pour ses feuilles, et *A. moschatus*, pour ses graines (HAMON et CHARRIER, 1997).

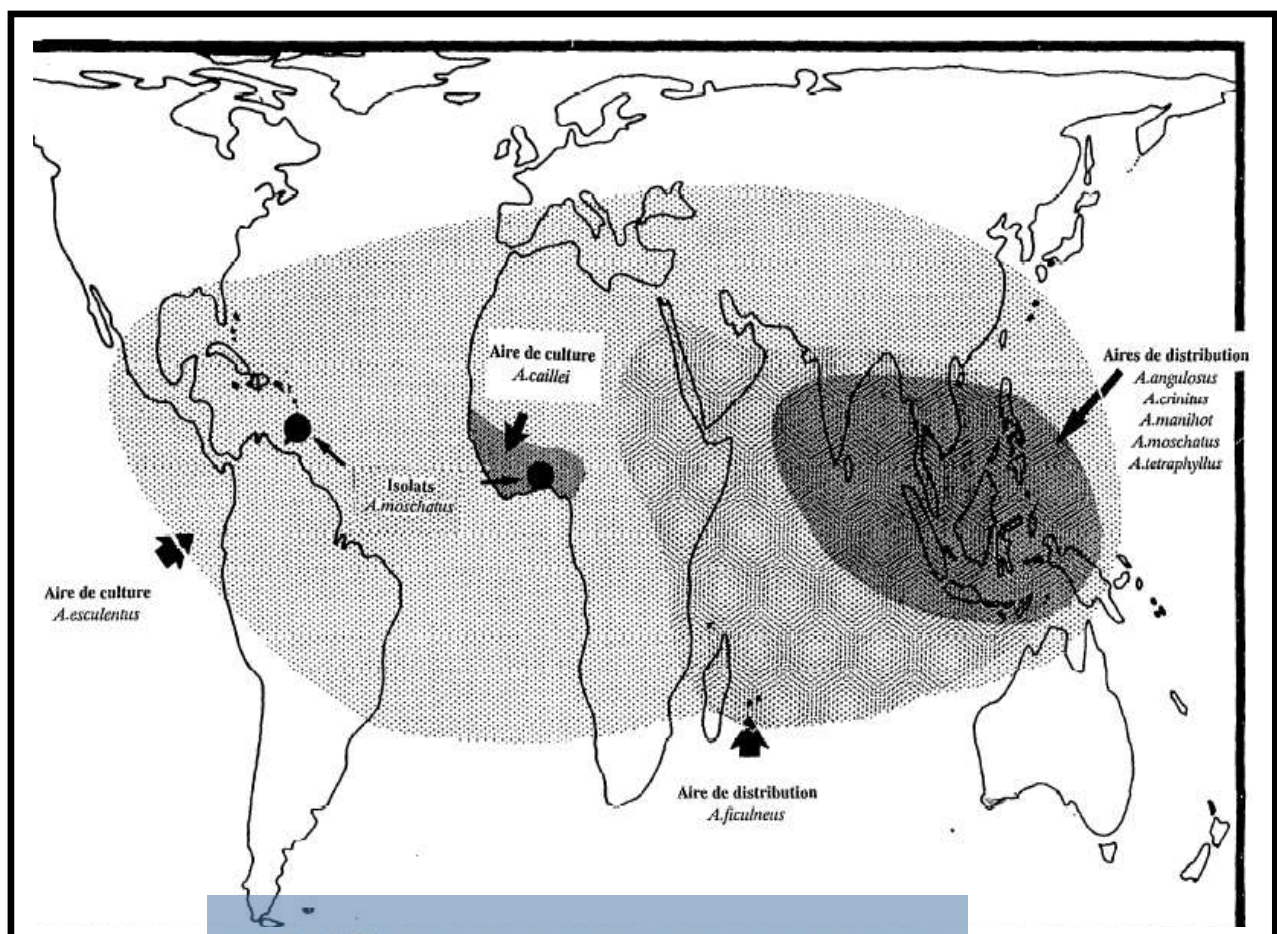


Fig.2 - Répartition du genre *Abelmoschus* dans le monde selon KOEHLIN (1989)

2. *Abelmoschus esculentus* L. (Le gombo)

Le gombo est un légume tropical pousse tout au long des régions intertropical et Méditerranéenne (HAMON et KOECHLIN, 1991).

L'espèce sauvage la plus étroitement apparenté est l'*A. tuberculatus* Pal et Singh, qui pousse dans le nord de l'Inde. D'autres espèces sauvages voisines poussent en Ethiopie, sur le haut Nil en Egypte au Soudan et en Afrique occidentale (MARTIN, 1982 dans MUNRO et SMALL, 1998)

Le gombo est caractérisé par une diversité de la forme et de la couleur des fruits et des tiges (SECK, 1991) expliquée par une variation significative dans le nombre chromosomique et le niveau de ploïdie chez l'*Abelmoschus*. Le nombre inférieur connu de chromosomes est $2n= 56$ pour *A. angulosus* (FORD, 1938) est le nombre supérieur est au près de 200 pour *A. caillei* (SIEMONSMA, 1982). Même en *A. esculentus*, le nombre de chromosomes $2n= 72, 108, 120, 132$ et 144 sont des séries régulières de ploïdie avec $n= 12$ (DUTTA et NAUG, 1968).

3. Origine et distribution dans le monde

ZEVEN & ZHUKOVSKY (1979) apportent qu'il est originaire de la région centre de l'Hindostani, actuellement l'Inde, alors que MACLEOD et AMES (1990) assument que le gombo est originaire d'Afrique, connue depuis l'année 1216 avant J.C. pour ses fruits utilisés comme légume et selon MUNRO et SMALL (1998), son usage a été employé en Egypte au moins dès l'an 1200.

Il est très répondu dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes, mais est particulièrement apprécié en Afrique de l'Ouest, en Inde, aux philippines, en Thaïlande et au Brésil. On signale l'*Abelmoschus esculentus* dans toute l'Afrique tropicale. (GRUBBEN et DENTON, 2004)

4. Classification Phylogénétique (APG, 2003)

Régne	Plantae
Sous-régne	Tracheobiont
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Dilleniidae
Ordre	Malvales
Famille	Malvaceae
Genre	<i>Abelmoschus</i>
Espèce	<i>Abelmoschus esculentus</i> L.

5. Description

L'*Abelmoschus esculentus* est une herbacée annuelle dressée ou ligneuse à la base, pouvant atteindre 3m à 4m de hauteur, non ramifié avec un system racinaire bien développé. Les axes portant une pilosité hispide épars, de 0.2-1.4 mm (GERMOSEN-ROBINEAU, 1999; FLORANCE, 2004; SINGH et al., 2005)

Les feuilles à stipules linéaires filiformes atteignant 1 cm, souvent fondues et couvertes de poils raide divisées en deux jusqu'à la base. Pétiole grêle à médiocre de 4 à 8 cm avec la même pilosité que les axes. Le limbe est palmatilobé à palmatipartite penta à heptagonal, longueur de la nervure médiane jusqu'à 35 cm, avec la même pilosité que les axes à marge denté, à 5–9 nervures, segments triangulaires, ovales, elliptiques, obovales, oblongs, spatulés ou lancéolés, acuminés, dentés en scie à crénelés, parfois entiers ou anguleux. (FLORANCE, 2004 ; GRUBBEN et DENTON, 2004)

La tige, pétiole et les veines des feuilles sont ou sont sans une pigmentation rouge.

Les fleurs sont solitaires, habituellement axillaires, hermaphrodites larges et voyantes attirent les insectes bénéfiques ainsi que nocifs. La floraison est fugace: les fleurs s'épanouissent le matin, peu avant l'aube, et se flétrissent au milieu de l'après-midi

Le calice n'est pas généralement lobé, tubulaire, *la corolle* a cinq larges pétales jaunes, une pigmentation rouge pourpré en un ou les deux faces de la base des pétales.

La colonne staminale est tubulaire avec de nombreuses étamines attachées à la base de la corolle. *Le stigmate* a une pilosité rouge ou pourpre de 05 à 10 lobes. *Ovaire* supère, tomenteux, souvent avec quelques poils raides sur les côtes.

La germination de l'autopollen est toujours possible. Le mode de reproduction des gombos est préférentiellement autogame.

Ça prend 20 à 22 jours de semis à l'initiation des boutons floraux et une période similaire de l'initiation des boutons floraux à l'ouverture des fleurs. Il y a alors émission d'une fleur, uniquement sur l'axe orthotrope, tous les deux ou trois jours

Le fruit s'agit d'une capsule anguleuse, pentagonale en section, ovoïde lancéolée, longuement pointue, 5 à 10 chambres atteignant 20 cm de longueur, elle s'ouvert par 05 fentes longitudinales. Sa croissance est très rapide puisqu'il peut atteindre 5 centimètres de long 3 jours après la floraison, stade de récolte le plus fréquent pour la consommation en frais et libère alors de nombreuses graines circulaires de couleur vert foncé, gris ou marron foncé (CHARRIER, 1984 ; HAMON et KOECHLIN, 1991 ; BOULLARD, 2001 ; SINGH et al., 2005 ; GRUBBEN et DENTON , 2004)



Fig.3 - *Abelmoschus esculentus* (GERMOSEN-ROBINEAU, 1999)

7. Qualité nutritionnelle

La composition des fruits de gombo par 100 g de partie comestible (81% du produit tel qu'acheté, avec les extrémités coupées) est démontré selon le tableau

Tableau 3 - La composition de 100g des Fruits et Feuilles comestibles du gombo (LEUNG et *al.*, 1968).

Composants	Fruits (100g)	Feuilles comestibles (100g)
Eau	88,6g	81,5 g
Energie	144 kJ	235 kJ
Protéines	2,1 g	4,4 g
Lipides	0,2 g	0,6 g
Glucides	8,2 g	11,3 g
Fibres	1,7 g	2,1 g
Ca	84 mg	532 mg
P	90 mg	70 mg
Fe	1,2 mg	0,7 mg
β-carotène	185 µg	385 µg
Thiamine	0,04 mg	0,25 mg
Riboflavine	0,08 mg	2,8 mg
Niacine	0,6 mg	0,2 mg
acide ascorbique	47 mg	59 mg

Comparé à d'autres légumes-fruits charnus (tomate, aubergine), le gombo est particulièrement riche en Ca et en acide ascorbique. Les glucides sont présents principalement sous forme de mucilage.

Les principaux composants sont le galactose (25%), le rhamnose (22%), l'acide galacturonique (27%) et des acides aminés (11%). Le mucilage est très soluble dans l'eau.

Des essais effectués en Chine indiquent qu'un extrait alcoolique de feuilles d'*Abelmoschus* est susceptible d'éliminer les radicaux libres d'oxygène, de soulager les maladies rénales tubulaires interstitielles, d'améliorer les fonctions rénales et de réduire la protéinurie (GRUBBEN et DENTON, 2004).

Les grains matures sont connues par une qualité nutritionnelle supérieur, RUBATZKY et YAMAGUCHI (1997) reportaient que les grains sont une source riche en protéines et l'huile, contenant des acides gras cyclopropénoides qui ont des concerns de toxicité, et utilisés comme un substitue pour le café en certaines régions. Le pourcentage élevé en acide linoléique (42%) rend l'huile des grains du gombo désirable et le modèle des aminoacides des protéines rendent les grains un supplément adéquat des régimes basés sur les légumes ou les céréales (SAVELLO et *al.*, 1982)

CHAPITRE II
MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Matériel végétal

Les graines du gombo cultivées dans la région de Nechmaya (Annaba) ont été récoltées en juillet 2011 et entreposées dans un réfrigérateur à une température environ 6°C, pour les soumettre à la dormance. Après, 24 semaines, les graines choisies ont été presque homogènes dans leur taille, forme et couleur pour l'expérimentation.

2. Tests de germination et Traitement des plantes

Note : Il faut noter que la partie germination et la partie plantes sont deux parties distinguées.

2.1. Protocole 1 au stade de germination

Le but de cette partie est d'étudier l'influence de l'acide salicylique (SA) : **0.05 mM, 0.25 mM et 0.5 mM**, sur la germination des graines en boîte de Pétri sous stress au NaCl à **50 mM, 100 mM, 150 mM et 200 mM** (fig.4).

Les graines préalablement désinfectées à l'hypochlorite de sodium à 1% pendant 3 minutes, sont ensuite rincées rigoureusement et abondamment à l'eau distillée avant de commencer les tests de germination pour éliminer toute contamination fongique.

Deux applications sont testées:

✓ Un premier lot de graines logées dans des tubes à essai (12) sont imbibées pendant 9 heures à l'aide de solutions de NaCl en présence d'acide salicylique selon le dispositif expérimental (fig.5)

✓ Un deuxième lot de graines en tubes à essai est imbibé pendant 9 heures seulement à l'acide salicylique aux trois concentrations. Les graines témoins reçoivent seulement de l'eau distillée.

Les graines sont réparties en lots de dix par boîte de Pétri, (Annexe 8 fig.50) avec 3 répétitions pour tous les tests effectués. Les boîtes de Pétri contenant deux couches de papier filtre préalablement stérilisé et humidifié avec 7 ml de différentes concentrations de NaCl et d'AS testées (fig.5). Les boîtes sont ensuite incubées dans une armoire thermorégulée réglée à 28°C dotée d'un thermostat assurant une stabilité thermique convenable ($\pm 1^\circ\text{C}$) (Annexe 8, fig.53). Le changement du papier filtre est fait quotidiennement pour éviter la contamination des graines.



Fig.4 - les graines de gombo dans les boites de Pétri

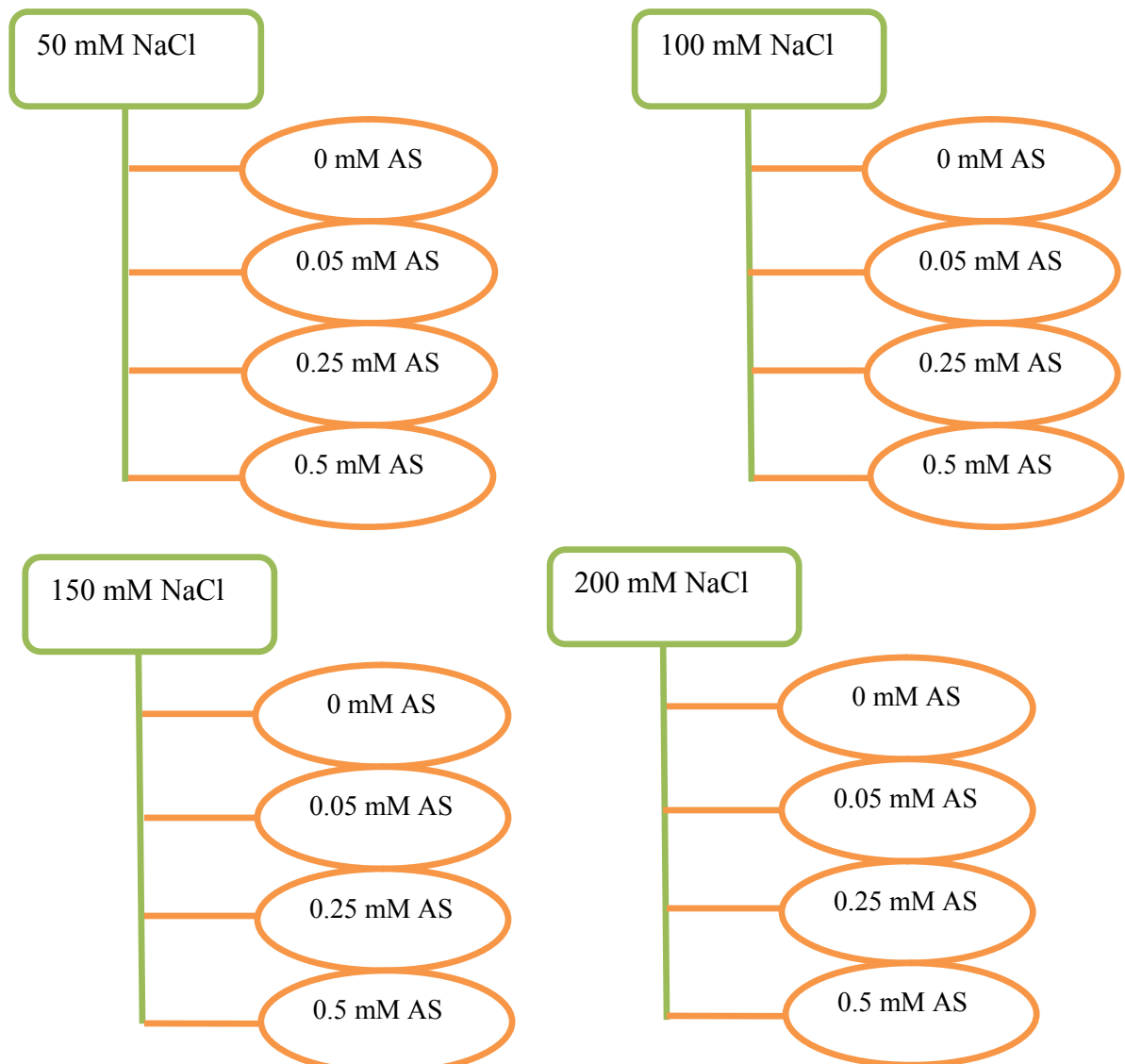


Fig.5 - Dispositif expérimental des solutions en NaCl (en vert) et en AS (en orange) testées

Les graines germées sont dénombrées quotidiennement lorsque la radicule (1 mm) a percé les téguments, critère de germination retenu dans notre expérimentation. Les observations sont menées quotidiennement pour relever le nombre de graines germées.

La germination des graines est suivie selon les paramètres :

- La précocité de germination exprimée en % des graines germées le 1er jour.
- La cinétique de germination estimée en % des taux cumulés des graines.
- Le taux final des graines germées exprimé en %.

2.1.1. Estimation du taux de germination (Tg)

Sur la base du nombre total de graines utilisées (Nt), nous calculons le pourcentage des graines en germination (Ni) selon la relation :

$$Tg = Ni \times 100 / Nt$$

2.1.2. La précocité de germination

En général, chaque espèce dispose d'une précocité de germination spécifique à sa nature. Car même placée dans les mêmes conditions expérimentales, le début d'apparition de la radicule à travers les téguments n'aura pas lieu en même temps chez toutes les graines (RENARD, 1975). Dans ce cas, la précocité de la germination est exprimée par le taux des premières graines germées correspondant à l'intervalle de temps entre le semis des graines et les premières graines germées (BELKHODJA, 1996).

2.1.3. Cinétique de germination

La cinétique de germination est une courbe de germination qui décrit le déroulement de la germination du lot de semences considéré placé dans des conditions bien précises. Elle représente le plus souvent l'évolution des pourcentages de germination cumulés en fonction du temps. Cette cinétique est établie à partir des taux cumulés de graines germées c'est-à-dire la variation des taux de germination en fonction du temps exprimé en jour sous toutes les conditions de traitement testé.

Les courbes de germination donnent une idée complète de l'évolution de la germination d'un lot de semences placé dans des conditions déterminées.

2.1.4. Taux final de germination

Il est exprimé par le rapport de nombre de graines germées le dernier jour sur le nombre total de graines utilisées.

2.2. Protocole 2 au stade plante

2.2.1. Conditions de culture

Les graines préalablement désinfectées à l'hypochlorite de sodium à 1% pendant 3 minutes, sont ensuite rincées rigoureusement et abondamment à l'eau distillée pour éliminer toute contamination fongique avant d'être semées. La culture de ces plantes se poursuit dans une serre.

Les graines sont ensuite semées dans des alvéoles remplies de tourbe industrielle et de sable 2V/V pour la production de plantules (Annexe 8 Figure 54). Le sable est prélevé au bord de la mer tamisé pour éliminer les débris, lavé à l'esprit de sel puis rincé plusieurs fois à l'eau distillée et séché à l'air libre. Les graines sont arrosées à l'eau distillée un jour sur deux, pendant 15 jours.

Tableau 3 - Composition de la solution nutritive de HOAGLAND (1938)

	Poids g.l ⁻¹	Mole.l ⁻¹
Macro-éléments		
KNO ₃	191.90	1.90
(NO ₃)Ca, 4H ₂ O	129.80	0.55
NO ₃ NH ₄	210.00	0.26
SO ₄ Mg, 7H ₂ O	61.50	0.25
PO ₄ H ₂ K	54.40	0.40
PO ₄ K ₂ H, 3H ₂ O	34.23	0.15
Oligo-éléments		
Cl ₂ Mn, 4H ₂ O	1.80	
CuSO ₄ , 5H ₂ O	0.176	
ZnSO ₄ , 7H ₂ O	0.219	
BO ₃ H ₃	2.861	
MO ₇ O ₂₄ (NH ₄), 7H ₂ O	0.285	
EDTA-ferrique (C ₁₀ H ₁₂ FeNaO ₈)	0.05	

Les plantules sont repiquées dans des pots de volume 1000 ml et rempli d'un mélange de tourbe et de sable (V/2V) en prenant soin d'arroser le substrat pour stabiliser son humidité.

Pour le repiquage, 3 plantules sont transférées dans chaque pot (46 pots au total).

La nutrition hydrominérale des plantes est effectuée deux fois par semaine à l'eau distillée alternée par un apport de solution nutritive de HOAGLAND (Tableau 3).

Après trois semaines les plantes sont transplantées encore une fois dans des pots d'un volume de 2000 ml pour assurer le bon développement de la plante (Annexe 8, Figure 55).

Le stress salin est appliqué aux plantes âgées de deux mois pendant une semaine.

2.2.2. Application du stress

Quarante six pots sont stressés par les différentes concentrations de sel et d'acide salicylique pendant une semaine selon le dispositif expérimental (fig.5)

Après l'application de stress les feuilles du gombo sont rincées et gardées dans du papier aluminium à une température de -60°C pour les analyses ultérieures.

Le but de cette partie est de connaître la réponse des plantes stressées par différentes concentrations de sel vis-à-vis l'ajout de différentes concentrations d'acide salicylique, pour cela on a étudié les paramètres biochimiques suivants :

- **Les protéines**

- ✓ Extraction :

A 1g de matière fraîche (feuilles) a été broyée dans 1ml de solution de K-phosphate buffer (pH 7.8) contenant 0.4 mM EDTA.

- ✓ Dosage :

Le dosage des protéines est effectué selon la méthode BRADFORD (1976).

La gamme d'étalonnage est assurée par le sérum-albumine bovine SBA.

Dans un tube à essai verser : 0.1 ml d'eau ou d'extrait, ajouter 5 ml de réactif Bradford. Mélanger le tout en retournant plusieurs fois les tubes. Mesurer l'absorbance à 595nm. Les résultats sont exprimés en $\text{mg protéines. g}^{-1}$ PF (BERRTRAND, 2007)

- **Les Métabolites secondaires**

- ✓ Extraction :

On a broyé 1 g de matière végétale fraîche avec 5ml de méthanol/ eau (50:50 v/v) , le mélange est agité au vortex pendant 15 mn, puis centrifugé à 3000 t/pdt 10 mn, récupérer

le surnageant et répéter avec le culot deux fois. Stocker à 4°C dans l'obscurité avant les analyses (XU et CHANG, 2008)

Les Métabolites secondaires analysées sont :

- Les polyphénols
- Les tannins hydrolysables
- Les flavonoïdes

A. Les polyphénols (GALLET et LIBRETON, 1995)

A 100 µL de l'extrait méthanolique 500 µL est additionné de Folin Ciocalteu (dilué 10 fois avec de l'eau distillée). Le mélange est soumis à une agitation au vortex puis on le laisse reposer 5 minutes à température ambiante. 400µl de Na₂CO₃ à 7.5% est ensuite ajouté. L'ensemble est soumis à l'obscurité à température ambiante pendant 60 minutes. La densité optique (DO) de chaque échantillon est lue à une longueur d'onde 735 nm.

Une courbe d'étalonnage est réalisée par l'acide gallique à différentes concentrations et pratiquée dans les mêmes conditions opératoires que les échantillons La teneur en polyphénols est exprimée en mg d'acide gallique équivalent. g⁻¹ PF

B. Les tannins hydrolysables (BATE SMITH, 1972)

A 1 ml d'extrait méthanolique est additionné à 3.5 ml d'une solution préparée à base de chlorure ferrique à 0.01M. L'absorbance du mélange est lue 15 secondes après l'addition du réactif à une longueur d'onde de 660 nm sur spectrophotomètre. Les tannins hydrolysables sont exprimés par la formule suivante

$$T\% = DO * M * V / P$$

Où :

DO : densité optique

M : masse = 300

V : volume

P : poids de l'échantillon

Les résultats sont exprimés en % des teneurs totales des polyphénols.

C. Les flavonoïdes (KIM et al., 2003)

1500 µl d'eau distillée sont mélangés à 500µl d'extrait méthanolique et de 150 µl de nitrate de sodium à 5%, on laisse le mélange 5minutes à température ambiante à l'obscurité. Ce mélange est ensuite additionné de 150µl de trichlorure d'aluminium à 10%,

après un repos de 11 minutes à l'obscurité, 500 μ l de soude à 1M est ajouté. Le mélange est soumis à une agitation au vortex. La densité optique est lue à une longueur d'onde de 510 nm.

Une courbe d'étalonnage qui servira à la quantification des flavonoïdes est réalisée par le catéchine à différentes concentrations (0-200 μ g/ml) et pratiquée dans les mêmes conditions opératoires que les échantillons. La teneur en flavonoïdes est exprimée en μ g catéchine équivalent par g d'échantillon).

3. Traitements statistiques

Les résultats obtenus statistiquement analysés à l'aide du logiciel Statistica version 10.0 et IBM SPSS Statistics version 20. Les moyennes obtenues sont comparées en utilisant le test de Tukey au seuil de signification de 5%.

CHAPITRE III

RÉSULTATS ET DISCUSSION

I. REPONSES DU GOMBO AU STADE GERMINATION SOUS STRESS

Les graines stressées sont réparties en deux lots selon le protocole expérimental.

Nous rappelons que les graines du lot I sont imbibées à la solution au NaCl additionnée à l'acide salicylique durant 9 heures, puis transférées en boîte de Pétri pendant 5 jours d'observations. **Les graines du lot II** sont traitées seulement à l'acide salicylique durant 9 heures puis stressées au NaCl aux différentes concentrations de NaCl associées à l'acide salicylique, en boîte de Pétri pendant 5 jours.

1. Précocité de germination

La figure 6 montre la précocité de la germination des graines de gombo réparties en deux lots, et germées à une température de 28°C en boîtes de Pétri.

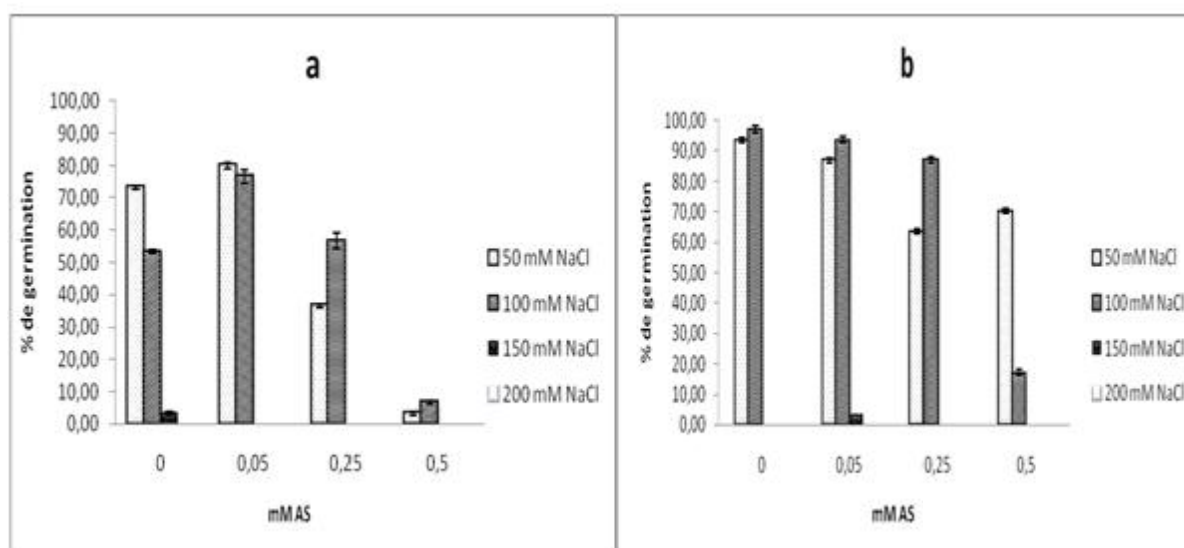


Fig.6 - Précocité de la germination des graines du gombo (%) des premières graines germées sous stress au NaCl après 24h en boîte de Pétri selon les concentrations en acide salicylique.

La figure 6a montre les variations des taux des premières graines germées du **lot I** préalablement imbibées à la solution de NaCl en présence ou en absence d'acide salicylique aux différentes concentrations, pendant 9 heures. Après cette phase de pré-imbibition, les graines reçoivent de nouveau le traitement au NaCl additionné d'acide salicylique.

Lorsque les graines sont soumises au NaCl aux différentes concentrations sans apport d'AS, la germination est plus précoce sous le traitement à 50 mM de NaCl. Dès que la concentration en NaCl passe à 100 mM, la germination ralentit sensiblement (73.3% pour

53%). Au contraire, les graines réagissent faiblement (3.3%) sous salinité à 150 mM alors que la germination est inhibée sous stress à 200 mM de NaCl.

L'apport de l'AS à 0.05 mM modifie le comportement des graines sous l'effet du NaCl aussi bien à 50 qu'à 100 mM, puisque les taux de graines germées deviennent plus élevés (80% pour 76%) tandis qu'en présence du NaCl à 150 mM, aucune graine ne germe.

Le taux de germination était au fur et à mesure plus faible en additionnant les concentrations 0.25 et 0.5 mM d'AS aux 50 mM et 100 mM de NaCl par rapport les graines qui reçoivent aucun apport en AS, et la germination est totalement absente en se combinant à 150 mM et 200 mM de NaCl.

La figure 6b, représente les premières graines germées du **lot II** qui sont préalablement imbibées en acide salicylique seulement pendant 9 heures puis traitées à différentes concentrations de NaCl et d'AS.

Les résultats montrent que le taux de germination augmente chez les graines pré-imbibées sans apport en AS, le taux de germination atteint plus de 90% pour les graines sous stress à 50 et 100 mM de NaCl, mais aucune graine ne germe sous stress à 150 et 200 mM de NaCl.

L'addition d'AS au différentes traitement de NaCl dans les boîtes de Pétri a eu un effet dépressif sur la germination, plus la concentration en AS augmente, le taux de germination s'abaisse chez les graines stressées à 50 et 100 mM de NaCl. On note une absence de la précocité de germination concernant les concentrations 150 et 200 mM de NaCl, sauf les graines stressées à 0.05 mM d'AS et 150 mM de NaCl, qui fait stimuler la germination

Tableau 4 - Analyse de la variance à l'aide du test F à $\alpha = 5\%$ de la précocité à la germination des graines de gombo sous stress salin enrichi ou non en AS.

	Effet	SS	Ddl	MS	F	P
Lot 1	NaCl	27556.25	3	9185.42	107.53	0.00
	AS	9172.92	3	3057.64	35.79	0.00
	NaCl*AS	10118.75	9	1124.31	13.16	0.00
Lot 2	NaCl	68406.25	3	22802.08	377.41	0.00
	AS	5022.92	3	1674.31	27.71	0.00
	NaCl*AS	9768.75	9	1085.42	17.96	0.00

L'analyse de la variance de la précocité de germination des grains de gombo (Tableau 4), permet de relever un effet très hautement significatif de facteur NaCl

($P = 0.00$), aussi bien que le facteur AS ($P = 0.00$) et même l'interaction entre le NaCl et l'AS ($P = 0.00$) dans les deux lots, ce qui relève que les graines ont exprimé une réponse très forte aux traitements utilisés concernant ce paramètre.

Concernant le Lot I, Le test Tukey au seuil $\alpha = 5\%$ fait ressortir deux groupements homogènes par rapport au facteur NaCl (**Annexe 1, Tableau 2**). Un groupe (A) représenté par les moyennes les plus faibles obtenus des concentrations 200 et 150 mM de NaCl, et un groupe (B) représenté par une moyenne obtenu des concentrations de 100 et 50 mM de NaCl. Il se montre de ces résultats que le taux des graines germées le premier jour chute lorsque la concentration en NaCl augmente.

Par rapport au facteur AS, le test a produit trois groupements homogènes (**Annexe 1 Tableau 3, Figure 7**). Un groupe (A) dominant représenté par les moyennes modérées, obtenues des concentrations 0.25 et 0 mM AS respectivement. Le groupe (B) donne les moyennes les plus élevées obtenus des concentrations 0 et 0.05 mM, et finalement un groupe (C) représenté par la moyenne la plus faible obtenue de l'utilisation de 0.5 mM, ce qui montre que cette concentration gêne la précocité de la germination, alors que 0.05 mM a amélioré le taux de germination à 7% par rapport les *graines sans apport en AS*.

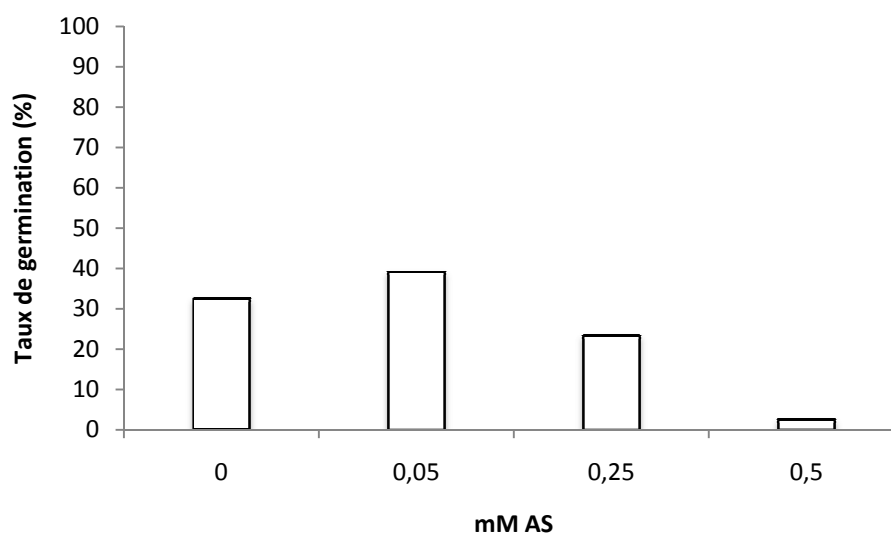


Fig.7 - Précocité de germination des graines du gombo (%) des premières graines germées après 24h du **Lot 1**. Les résultats sont présentés sous forme de moyennes et regroupés selon le facteur AS à l'aide du test Tukey ($\alpha=0.05$).

Le test Tukey au seuil 5% figure 3 groupements homogènes par rapport à l'interaction NaCl+AS (**Annexe 1 Tableau 4**). Le groupe (A) dominant est représenté par les moyennes les plus faibles obtenus majoritairement des traitements 150 et 200 mM NaCl. Le deuxième

groupe (B) est représenté par les moyennes modérées, et un groupe (C) représenté par les moyennes les plus élevées obtenues sous le traitement de 50 mM de NaCl additionné à 0.05 mM d'AS. La concentration 0.05 mM d'AS additionnée à 50 et 100 mM NaCl améliore la précocité à la germination par rapport aux graines sous stress 50 mM et 100 mM de NaCl seulement.

Concernant les graines du Lot II, le test Tukey au seuil $\alpha=5\%$ fait ressortir 2 groupements homogènes par rapport au facteur NaCl (**Annexe 1 tableau 6**). Un groupe (A) dominant représenté par les moyennes faibles obtenus sous stress à 200 et 150 mM, et un groupe (B) représenté par les moyennes obtenus sous l'effet des traitements 100 et 50 mM NaCl se qui montre que les concentrations croissantes en salinité réduisent (150 mM NaCl) ou bloquent (200 mM NaCl) la précocité à la germination.

Selon le facteur AS le test fait ressortir 3 groupements homogènes (**Annexe1 tableau7, Figure 8**). Un groupe (A) dominant représenté par les moyennes obtenues des concentrations 0.05 et 0.25 mM d'AS, un groupe (B) représenté par les moyennes produites sous stress à 0.25 et 0 mM d'AS, et un groupe (C) représenté par la moyennes obtenues sous un traitement de 0.5 mM d'AS. le test déplie que l'augmentation de la concentration en AS réduise le taux de germination.

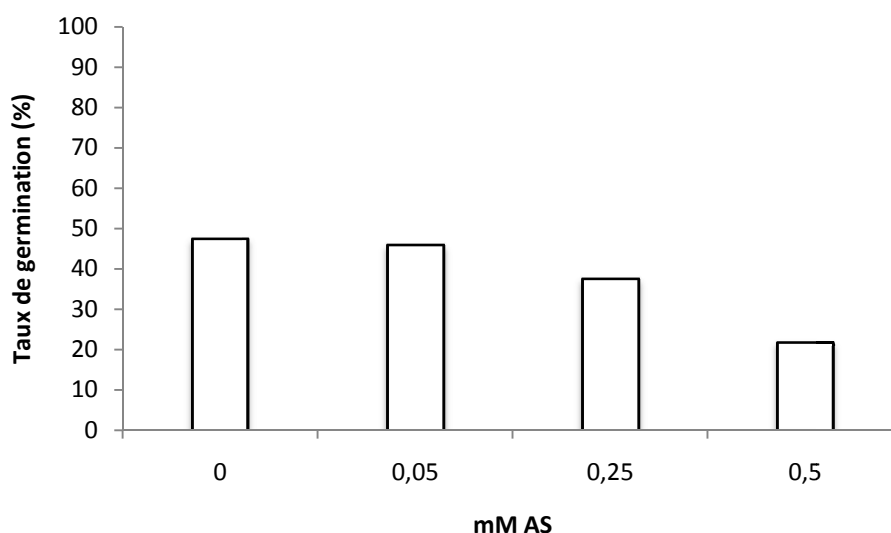


Fig.8 - Précocité de germination des graines du gombo (%) des premières graines germées après 24h du **Lot 2**. Les résultats sont présentés sous forme de moyennes et regroupés selon le facteur AS à l'aide du test Tukey ($\alpha=0.05$).

Selon l'interaction entre les deux facteurs NaCl et AS, le test a produit 4 groupements homogènes (**Annexe 1 Tableau 8**). Un groupe (A) regroupe les moyennes faibles obtenues de l'utilisation de 200 et 150 mM NaCl. Dans ce groupe les graines sous traitement de 0.05 mM d'AS germent. Le groupe (B) (C) et (D) relèvent le taux le plus élevé chez les graines sous stress à 100 mM NaCl seulement. Aucun traitement en AS n'a amélioré le taux de germination en se combinant à 50 et 100 mM de NaCl.

2. Taux final de germination :

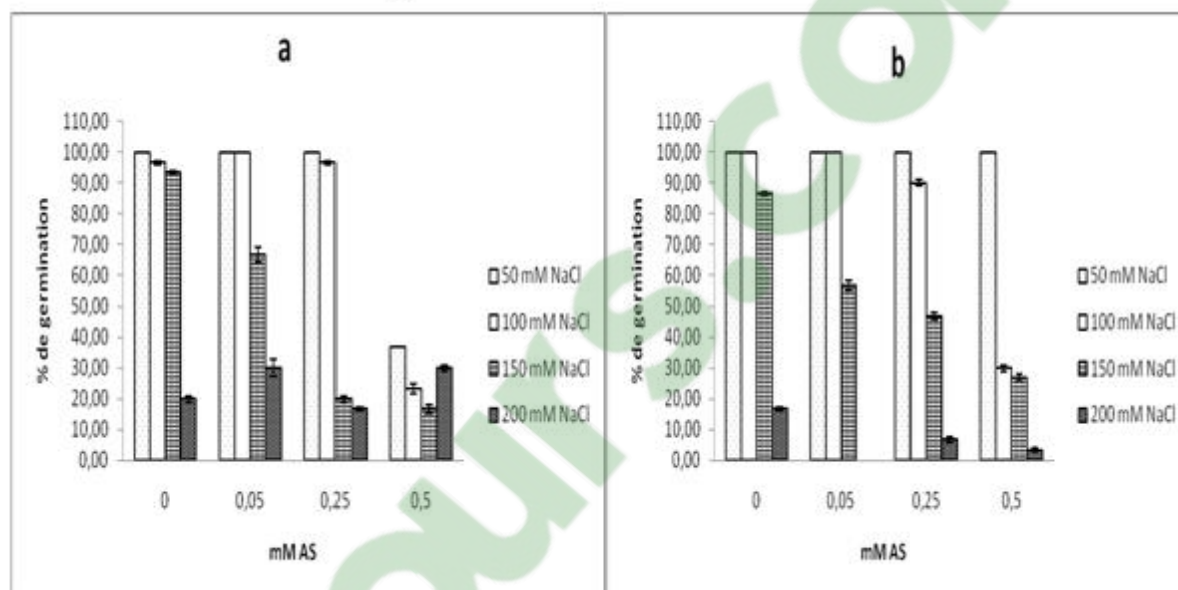


Fig.9 - Taux final de la germination (%) des graines du gombo après 5 jours, en boîtes de Pétri selon la concentration en NaCl additionné d'acide salicylique.

La figure 9 exprime la réponse des graines de gombo imbibées préalablement aux différentes concentrations de NaCl et d'acide salicylique (**lot 1**) et à l'acide salicylique seulement (**lot 2**) pendant 9 heures, et germées dans une température (28°C) en boîtes de Pétri.

Selon La figure 9a (**Lot 1**), le taux final de germination est à 100% concernant les graines stressées à 50 mM de NaCl seulement et celle sous le même milieu salin apporté de 0.05 mM et 0.25 mM d'AS, contrairement à 0.5 mM d'AS qui a diminué ce taux jusqu'à 36.6% par rapport au graines stressées à 50 mM de NaCl seulement.

Le taux atteint 96.6% chez les graines stressées à 100 mM de NaCl sans apport en AS, la concentration de 0.05 mM d'AS additionnée a augmenté le taux à 100%, celle de 0.25 mM d'AS n'a pas un effet sur cette concentration saline, alors que 0.5 mM d'AS a diminué le taux final à 23.3% par rapport au graines stressées à 100 mM de NaCl seulement.

Le taux final de germination des graines sous stress à 150 mM NaCl a connu une diminution au fur et à mesure l'augmentation de la concentration en AS ; respectivement on note, 150 mM de NaCl seulement (93.3%), 0.05 mM d'AS additionnée (66.67%), 0.25mM d'AS combiné (20%) et arrive à 16.7% en additionnant 0.5 mM d'AS.

L'effet de l'AS combiné à 200 mM de NaCl est variable. Sans AS, le taux a arrivé à 20%, l'ajout de 0.05 mM d'AS a augmenté ce taux à 30%, alors qu'en présence de 0.25 mM d'AS, le taux chute à 16.7%, mais il augmente à 30% quand on a traité les graines à 0.5mM d'AS.

La figure 9b représente Les graines qui on subit une imbibition préalable à l'AS seulement (**Lot 2**).

Les graines ont exprimé un taux maximal de germination (100%) sans ou avec les différentes concentrations en AS combinées à 50 mM de NaCl.

Un taux final de 100% concernant les graines stressées à 100 mM de NaCl seulement, et celle additionnée à 0.05 mM d'AS. Contrairement, le taux diminue à 90% en additionnant 0.25 mM d'AS et chute à 30% en ajoutant 0.5 mM d'AS.

Le taux diminue en stressant les graines à 150 mM de NaCl en augmentant la concentration en AS. On enregistre un taux final de 86.6% sans apport en AS, 56.6% (0.05 mM d'AS), 46.67% (0.25 mM), et 26.6% concernant les graines traitées à 0.5 mM AS additionnée.

Le taux final de germination a arrivé à 16.6% chez les graines sous stress à 200 mM de NaCl seulement. Les concentrations en AS additionnées ont exercé un effet dépressif sur la germination des graines traitées à cette concentration saline. La germination a été bloquée en traitant par 0.05 mM d'AS, diminuée à 6.6% en combinant 0.25 mM d'AS par rapport à celles stressées sans apport en AS, et diminue encore plus à 3.3% en traitant à 0.5 mM d'AS.

L'analyse de la variance de taux final de germination des grains de gombo (Tableau 5), relève un effet très hautement significatif de facteur NaCl ($P = 0.00$), AS ($P=0.00$) et leur interaction ($P = 0.00$) dans les deux lots.

Tableau 5 - Analyse de la variance à l'aide du test de F à $\alpha = 5\%$ de taux final de germination des graines de gombo sous stress salin enrichi ou non en AS.

	Effet	SS	ddl	MS	F	P
Lot 1	NaCl	28200.0	3	9400.0	63.54	0.00
	AS	19416.7	3	6472.2	43.75	0.00
	NaCl*AS	15016.7	9	1668.5	11.28	0.00
Lot 2	NaCl	58425.0	3	19475.0	346.22	0.00
	AS	5908.3	3	1969.4	35.01	0.00
	NaCl*AS	9858.3	9	1095.4	19.47	0.00

Concernant les graines du Lot 1, l'étude statistique des groupements homogènes selon le facteur NaCl (**Annexe 2 Tableau 10**), a produit trois groupements, un groupe (A) dominant comprenant les taux les plus élevés obtenus des traitements 50 et 100 mM de NaCl, un groupe (B) comprenant la plus faible moyenne produite par le traitement de 200 mM NaCl, et un groupe (C) représenté par la concentration 150 mM NaCl.

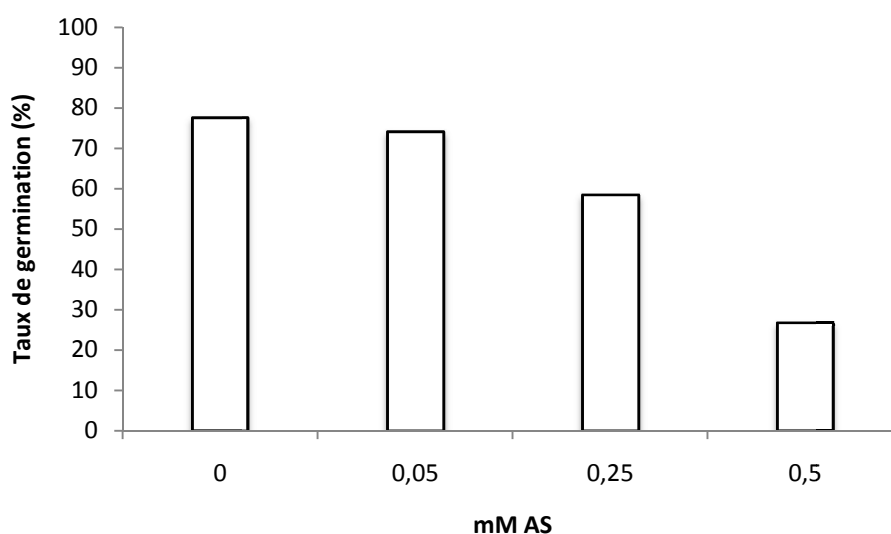


Fig.10 – Taux final de germination des graines du gombo (%) du Lot 1. Les résultats sont présentés sous forme de moyennes et regroupés selon le facteur AS à l'aide du test Tukey ($\alpha=0.05$).

Selon le facteur AS, 3 groupements homogènes sont ressorties (**Annexe 2 Tableau 11, Figure 10**). Le groupe dominant (A) regroupe les concentrations 0 et 0.05 mM donnant les moyennes les plus élevées où les plantes traitées sans apport en AS expriment les taux les plus

grandes, un groupe (B) rassemblant la moyenne la plus faible obtenue de 0.5 mM d'AS, et un groupe (C) contenant obtenu de l'utilisation de la concentration 0.25 mM d'AS. A partir de ce test, il se figure que l'utilisation de l'AS dans ce lot n'a pas amélioré le taux final de germination.

La comparaison des moyennes selon l'interaction entre les deux facteurs NaCl et AS a donné 3 groupements homogènes (**Annexe 2 Tableau 12**), un groupe (A) qui comprend la plus faible moyenne obtenue majoritairement sous l'effet de traitement 200 mM NaCl combinée aux différentes concentrations d'AS, et regroupe les traitements 100, 150 et 50 mM de NaCl combinées à 0.5 mM d'AS. Dans ce groupe il se montre que la concentration de 0.5 mM d'AS réduit le taux final de germination. Le groupe (B) qui exprime des moyennes modérées et le groupe (C) rassemble majoritairement les moyennes de 100% obtenues chez les concentrations de 100 et 50 mM NaCl combinées à 0 mM, 0.05 mM et 0.25 mM d'AS. De ce test on trouve que la concentration de 0.05 et 0.5 mM d'AS combiné à 200 mM de NaCl ont amélioré le taux final de germination par rapport à celles stressées à 200 mM NaCl seulement. L'AS n'a pas amélioré le taux final en traitant à 150 mM de NaCl, alors que 0.05 mM d'AS combinée à 100 mM de NaCl a amélioré ce taux, tandis que 0.5 mM d'AS ajoutée au même milieu salin le réduit considérablement.

Concernant les graines du Lot II, 4 groupements homogènes sont ressortis selon le facteur NaCl (**Annexe 2 Tableau 14**), un groupe (A) comporte la moyenne la plus faible obtenue du traitement 200 mM de NaCl, un groupe (B) qui regroupe les moyennes générées du traitement 150 mM de NaCl ; et un groupe (C) qui comprend les moyennes acquises de 100 mM NaCl et un groupe (D) qui inclure les moyennes obtenues de l'utilisation de 50 mM NaCl qui donne le taux maximal (100%). Il se montre dans ce lot aussi que le taux final de la germination se réduit lorsque la concentration en NaCl augmente.

Selon le facteur AS (**Annexe 2 Tableau 15, Figure 11**), 3 groupements sont obtenus, un groupe (A) groupant les moyennes modérées obtenues des concentrations 0.05 et 0.25 mM AS, un groupe (B) contenant la moyenne la plus faible trouvée chez la concentration 0.5 mM d'AS, et un groupe (C) comprenant la moyenne la plus élevée trouvée chez les graines sous stress sans apport en AS (0 mM d'AS). Selon ce test, l'AS n'a pas amélioré le taux final de germination.

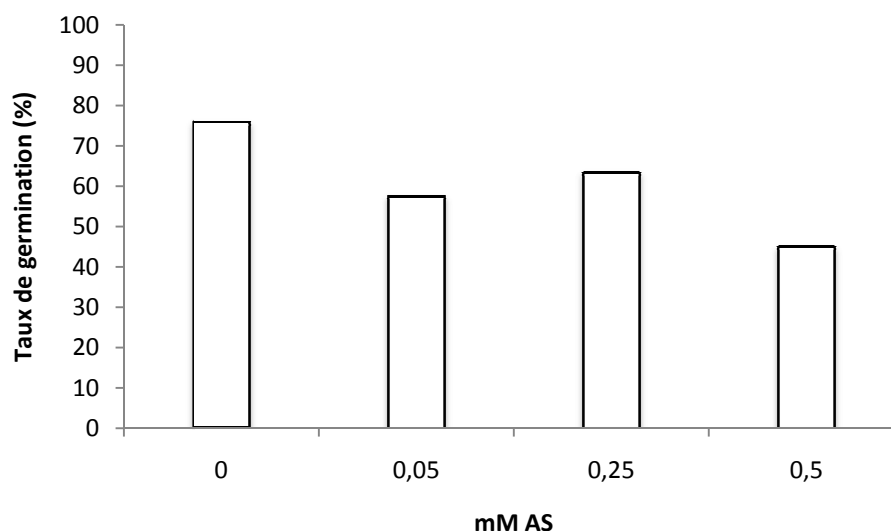


Fig.11 – Taux final de germination des graines du gombo (%) du **Lot 2**. Les résultats sont présentés sous forme de moyennes et regroupés selon le facteur AS à l'aide du test Tukey ($\alpha=0.05$).

Statistiquement, l'interaction entre les facteurs NaCl et AS (**Annexe 2 Tableau 16**), a exprimé 5 groupes homogènes. Un groupe (A) comprenant les moyennes les plus faibles trouvées chez les graines stressées à 200 mM NaCl sans ou avec l'apport en AS. Les groupes (B) (C) et (D) montrent que le traitement en AS apporté à ce lot n'a pas amélioré le taux final de germination en se combinant à 150 mM de NaCl. Le groupe (E) comprend les moyennes les plus élevées obtenues de 100 et 50 mM de NaCl, il ressort que les concentrations combinées à 50 mM n'ont pas amélioré le taux final par rapport aux graines sous l'effet de même stress salin. Contrairement la concentration de 0.05 mM d'AS a amélioré le taux final de germination jusqu'à 100% en se combinant à 100 mM de NaCl par rapport à celles sans apport en AS.

3. Cinétique de germination

a. Les graines stressées au NaCl seulement

A propos des graines du **lot I** (fig.12a), dès le premier jour, la germination démarre avec un taux élevé (73.3%) sous l'effet de 50 mM NaCl ; mais avec un taux inférieur (53.3%) pour les graines traitées à 100 mM de NaCl. Les graines traitées aux 150 mM et 200 mM de NaCl commencent leur germination le deuxième jour avec un taux faible.

La germination a poursuivi pour toutes les graines jusqu'à elle a arrivé à son maximum le troisième jour concernant les graines stressées à 50 mM NaCl et le taux a stabilisé à 96.6% pour les graines sous stress de 100 mM de NaCl.

Elle a déclenché faiblement pour la concentration de 150 mM NaCl et a stabilisé à 93.3% des graines traitées. La cinétique de germination est faible chez les graines sous stress à 200 mM arrivant à 20% seulement.

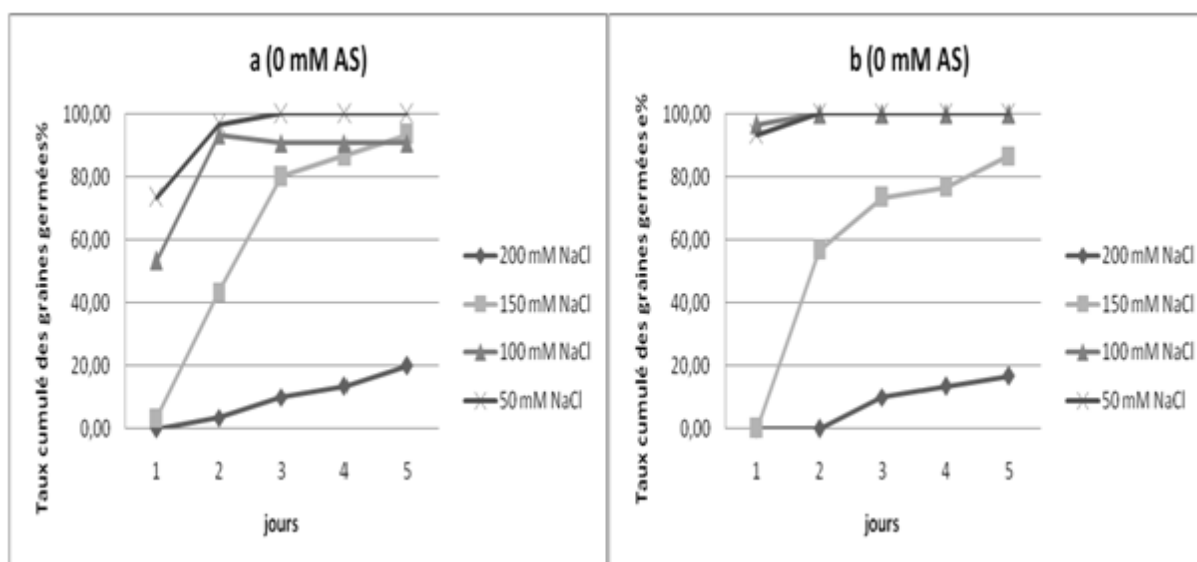


Fig.12 - Cinétique de germination (%) des graines germées en boîte de Pétri durant 5 jours d'observation des graines de gombo selon la concentration en NaCl.

Concernant les graines du **Lot II** (fig.12b), les résultats montrent que la germination des graines traitées à 50 mM et 100 mM de NaCl a déclenché rapidement dès le premier jour et atteint le taux maximal le deuxième jour. Pour les graines stressées à 150 mM de NaCl, la germination déclenche rapidement après le premier jour et se ralentit après le troisième jour jusqu'à un taux final de 86.7%. Pour les graines stressées à 200 mM, la germination s'entame le deuxième jour et faiblement poursuit jusqu'à un taux de 16.7%.

b. Les graines stressées aux différentes concentrations de NaCl additionnée de 0.05 mM AS

Concernant les graines du **Lot 1** (fig.13a), on observe des modifications sur la cinétique et le taux de germination en combinant 0.05 mM d'AS aux différentes concentrations saline. La germination des graines stressées à 50 mM a déclenché par un taux élevé (80%). Concernant les graines stressées à la même concentration en AS additionnée à 100 mM de NaCl, il se note que le taux a augmenté par rapport aux graines stressées à 100 mM de NaCl seulement ; il s'observe que le taux se stabilise pour les deux concentrations (50 et 100 mM) de NaCl dès le deuxième jour. À propos de 200 mM NaCl+0,05 mM d'AS, la cinétique de germination se ralentisse pour les graines stressées à 150 mM NaCl mais s'augmente par 10% par rapport aux graines stressées à 200 mM NaCl seulement.

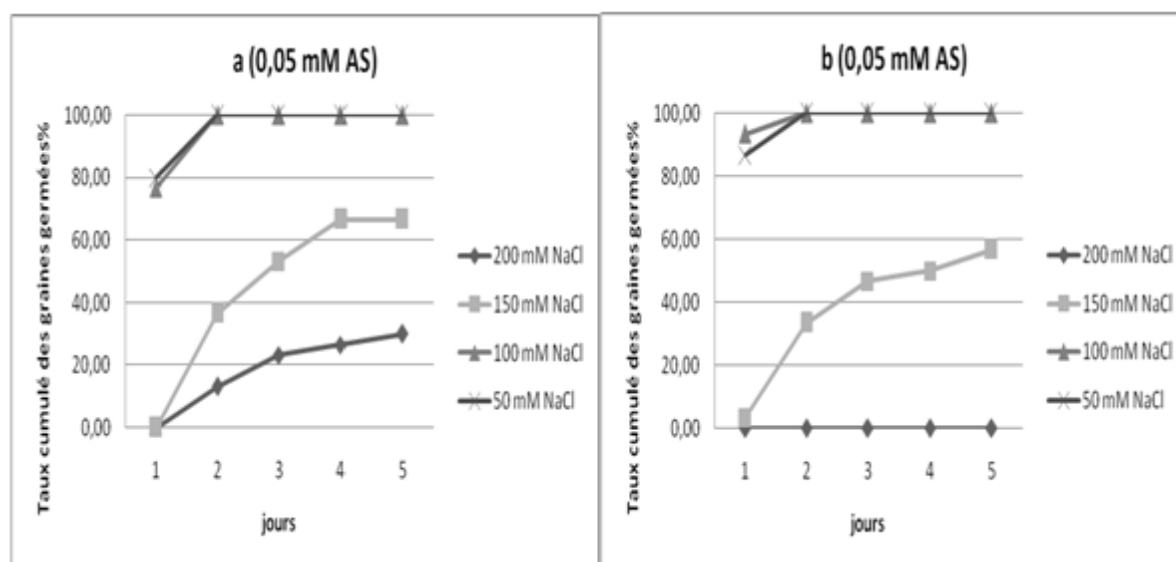


Fig.13 - Cinétique de la germination des graines de gombo (%) en boîte de Pétri durant 5 jours sous le traitement à 0.05 mM d'AS selon la concentration en NaCl.

Quant aux graines du **Lot 2** (fig.13b), on note que la germination se déclenche par un taux élevé et se trouve à son maximum le deuxième jour pour les concentrations 50 et 100 mM NaCl, le taux se réduit par rapport au aux graines stressées sans apport en AS et s'arrête à 60% seulement à propos des graines stressées à 150 mM de NaCl. On observe que l'addition de 0.05 mM d'AS à 200 mM de NaCl bloque la germination.

c. Les graines stressées aux différentes concentrations en NaCl additionnée de 0.25mM SA

Les résultats du **Lot 1** (fig.14a), montrent que la germination s'entame le premier jour mais le taux de germination chute considérablement concernant les graines stressées à 50 mM de NaCl par rapport à celles stressées sans AS (36.7% contre 73.3%), rapidement elle s'augmente le deuxième jour arrivant au maximum le troisième jour. Les graines stressées à 100 mM ne montrent pas une grande différence par rapport à celles sans apport en AS. Sous 150 mM de NaCl le taux chute considérablement en s'arrêtant à 2% seulement. Aucun changement n'est observé pour les graines stressées à 200 mM de NaCl.

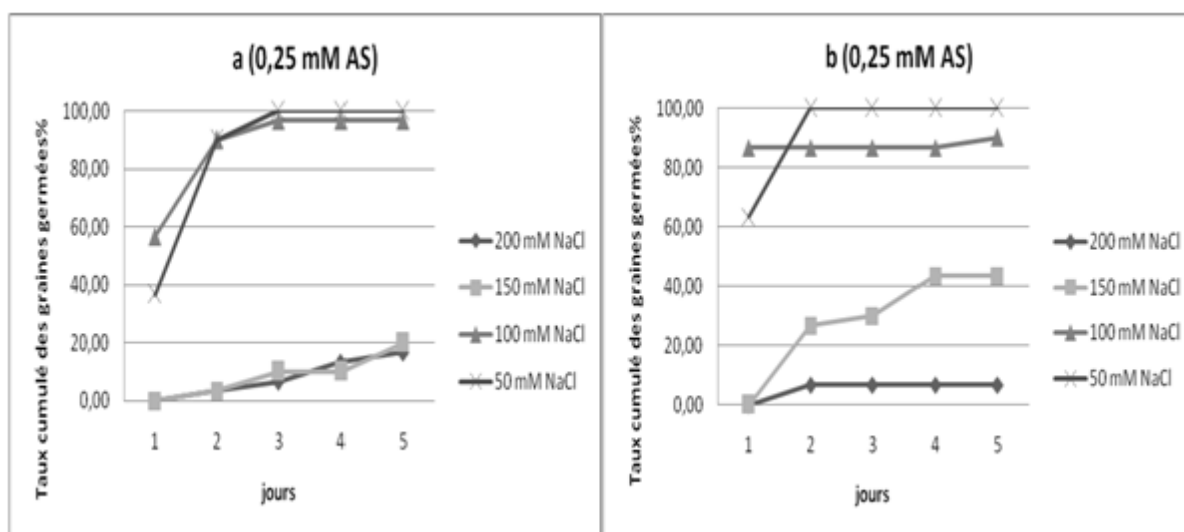


Fig.14 - Cinétique de la germination des graines de gombo (%) en boîte de Pétri durant 5 jours sous le traitement à 0.25 mM d'AS selon la concentration en NaCl.

Les résultats du **Lot II** (fig.14b), fait surgir que l'imbibition des graines à 0.25 mM réduit le taux de germination le premier jour par 30% par rapport au les graines non traitées en AS concernant les graines stressées à 50 mM de NaCl, mais les graines reprennent rapidement leur germination jusqu'au maximum le deuxième jour. La cinétique est légèrement stable à propos des graines stressées à 100 mM de NaCl. La cinétique est lente et réduite pour les graines stressées à 150 et 200 mM de NaCl.

d. Les graines stressées à différentes concentrations de NaCl additionnée de 0.5 mM SA

Les graines du **Lot 1** (fig.15a), fait montrer que la concentration de 0.5 mM d'AS ajoutée aux différentes concentrations salines a réduit le taux et a ralenti la cinétique de germination. Une réduction de 36.6% par rapport aux graines non traitées à l'AS concernant la concentration de 50 mM NaCl. Le taux de germination se réduit à 23.3% sous stress de 100 mM de NaCl. Le traitement de 150 mM de NaCl combinée a exprimé le taux le plus réduit 16.7%. On remarque une légère augmentation à 200 mM NaCl combinée par rapport les graines stressées à 200 mM de NaCl seulement.

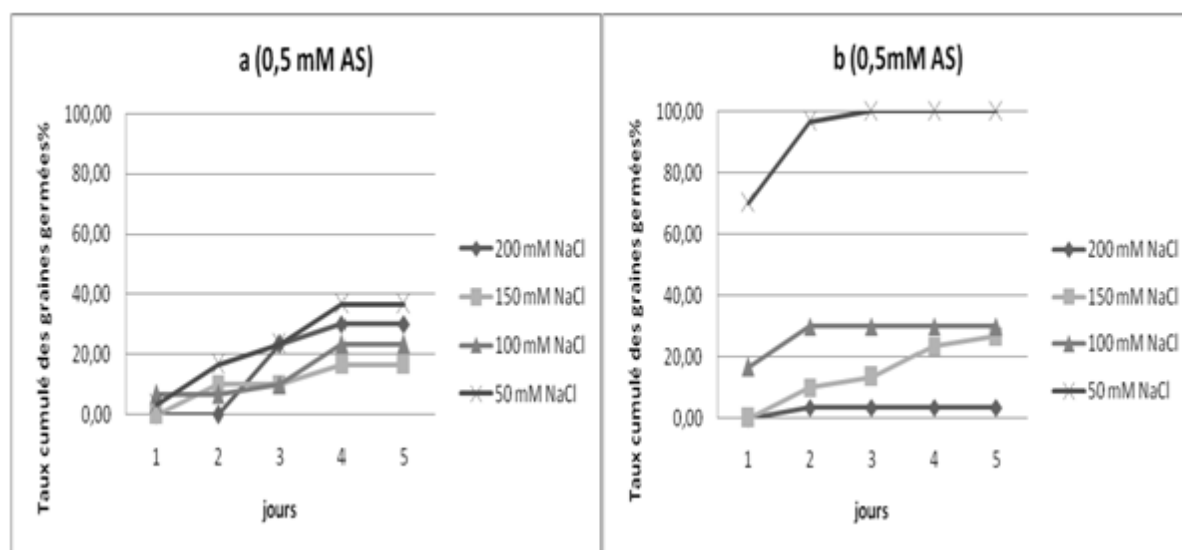


Fig.15 - Cinétique de la germination des graines de gombo (%) en boîte de Pétri durant 5 jours sous le traitement à 0.5 mM d'AS selon la concentration en NaCl.

Concernant les graines du **Lot 2** (fig.15b), Le traitement en AS additionnée n'a pas un grand effet sur la cinétique de germination concernant les graines stressées à 50 mM de NaCl, mais elle est largement réduite sous le stress des autres concentrations saline, on note une cinétique lente et un taux maximal faible (30%) chez les graines traitées à 100 et 150 mM de NaCl, et une germination très faible (3.3% seulement) pour les graines stressées à 200 mM de NaCl.

L'analyse de la variance de la cinétique de germination (Tableau 06) indique que son extériorisation est sous l'étroite dépendance des facteurs Jours, NaCl et AS ($P = 0.00$) dans les deux lots.

L'interaction entre les facteurs NaCl-AS-Jours exprime une haute signification ($P = 0.00$) dévoilant le grand effet de cette combinaison sur les graines.

Tableau 6 - Analyse de la variance à l'aide du test de F à $\alpha = 5\%$ de la cinétique de germination des graines de gombo sous stress salin enrichi ou non en AS.

	Effet	SS	ddl	MS	F	P
Lot 1	Jours	37580.8	4	9395.2	69.38	0.00
	NaCl	161788.3	3	53929.4	398.24	0.00
	AS	93458.3	3	31152.8	230.05	0.00
	Jours*NaCl*AS	12607.5	36	350.2	2.586	0.00
Lot 2	Jours	15222.5	4	3805.6	53.10	0.00
	NaCl	308791.2	3	102930.4	1436.23	0.00
	AS	29904.6	3	9968.2	139.09	0.00
	Jours*NaCl*AS	6819.2	36	189.4	2.643	0.00

Les analyses statistique à l'aide de test de Tukey a ressorti se qui suit :

Pour les graines du lot 1, et selon le facteur NaCl (**Annexe 3 Tableau 18**), 3 groupements homogènes sont ressortis, le groupe (A) regroupe les concentrations 50 et 100 mM de NaCl et donne les moyennes les plus élevés. La concertation 150 mM a crée le groupe (B) et finalement le groupe (C) est généré par la concentration 200 mM. L'étude de la cinétique en se concentrant sur le facteur NaCl confirme que le taux de germination se réduit lorsque la concentration en sel augmente.

Le facteur AS a produit 3 groupements homogènes (**Annexe 3 Tableau 19, Figure 16**), le groupe (A) comprend les concentrations 0 et 0.05 mM et donne les moyennes les plus élevées, un groupe (B) produit de la concentration 0.5 mM et le dernier groupe (C) qui renferme les moyennes obtenues de la concentration 0.25 mM. Etudiant la cinétique selon le facteur AS montre que le cumule quotidien des taux de germinations se réduit lorsque la concentration en AS augmente à l'exception de 0.05 mM d'AS qui a amélioré faiblement ce taux (0.66% par rapport aux non traitées en AS).

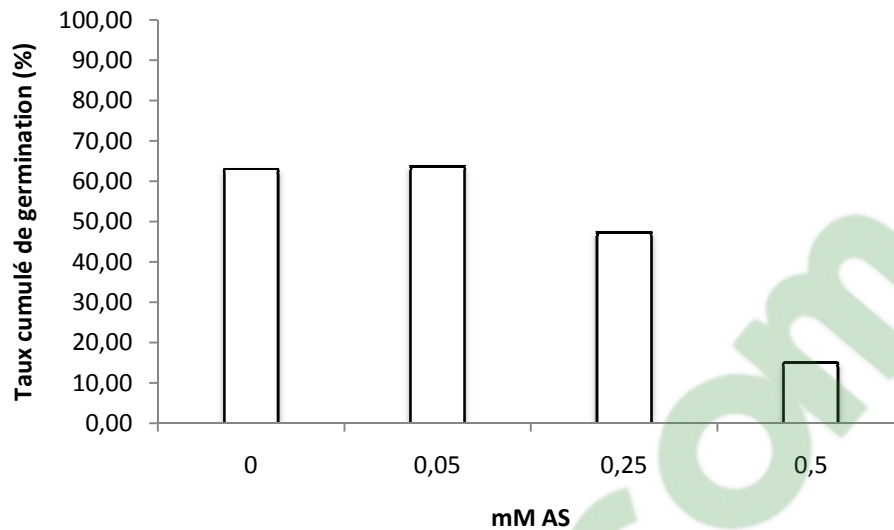


Fig.16 – Taux cumulé de germination des graines du gombo (%) du **Lot 1**. Les résultats sont présentés sous forme de moyennes et regroupés selon le facteur AS à l'aide du test Tukey ($\alpha=0.05$).

Concernant le **Lot II**, le test a fait surgir selon le facteur NaCl (**Annexe3 Tableau 21**), 4 groupes homogènes. Un groupe pour chaque concentration

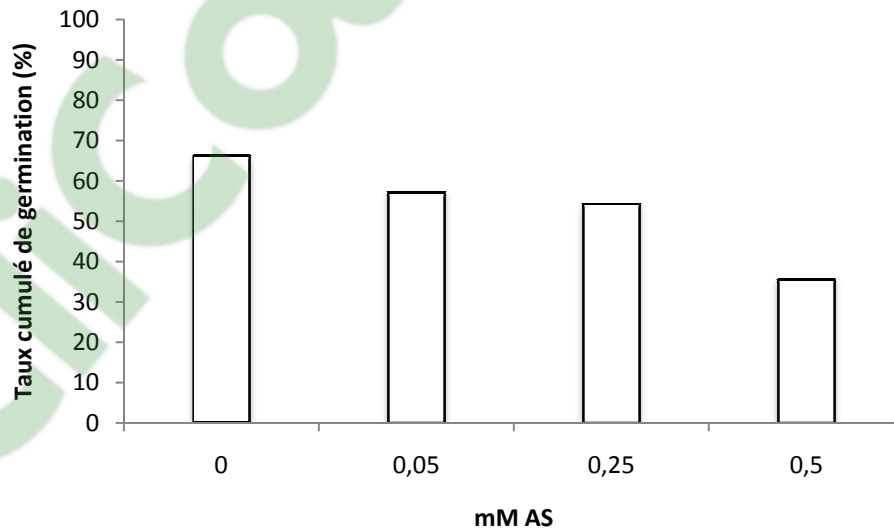


Fig.17 – Taux cumulé de germination des graines du gombo (%) du **Lot 2**. Les résultats sont présentés sous forme de moyennes et regroupés selon le facteur AS à l'aide du test Tukey ($\alpha=0.05$).

Le facteur AS a donné 3 groupes homogènes (**Annexe 3 Tableau 22, Figure 17**). Le groupe (A) rassemble les concentrations 0.05 et 0.25 mM, le groupe (B) renferme la concentration 0.5 mM et finalement le groupe (C) contient la concentration 0 mM (sans apport en AS). Dans ce lot la hausse de la concentration en AS réduit le taux de germination.

II. REPONSES DU GOMBO AU STADE PLANTE SOUS STRESS

1. Les protéines

On observe chez les plantes stressées à 50 mM de NaCl seulement (fig.18), que les protéines ont révélé une teneur de 46.06 mg.g⁻¹ PF. En ajoutant les différentes concentrations d'AS, ces teneurs ont réduit à 42 mg.g⁻¹ PF. Par contre, une légère réduction à 41.27 mg.g⁻¹ PF concernant les plantes stressées à 100 mM de NaCl seulement. Aucune différence n'est remarqué par rapport aux celles non traitées par l'AS concernant les concentrations combinées à 0.05 et 0.25 mM d'AS, mais en additionnant 0.5 mM d'AS, les protéines ont connue une augmentation à 45.46 mg.g⁻¹ PF.

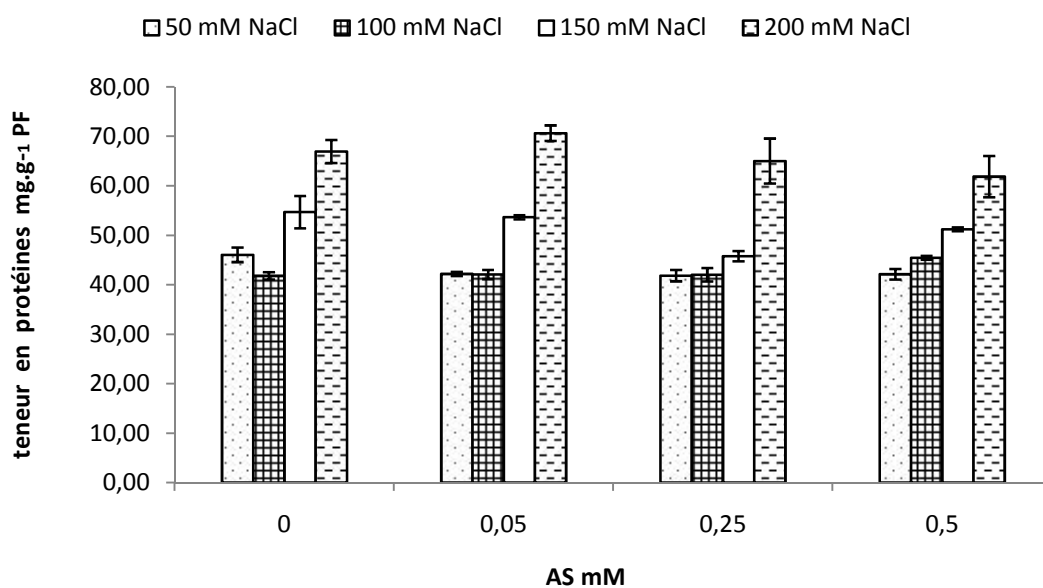


Fig. 18 - Teneurs en protéines (mg.g⁻¹ PF) des feuilles des plantes du gombo selon la concentration en NaCl et en acide salicylique

La teneur en protéines a augmenté en stressant les plantes à 150 mM de NaCl seulement arrivant à 54.70 mg.g⁻¹ PF. Chez les plantes traitées à 0.05 mM, cette teneur a réduit à 53.66 mg.g⁻¹ PF, encore plus réduite par une teneur importante à 45.80 mg.g⁻¹ PF en ajoutant 0.25 mM d'AS, Alors qu'en sous un traitement combiné de 0.5 mM d'AS, ces teneurs

protéiques ont diminué à 51.20 mg.g⁻¹ PF par rapport aux plantes sans apport en AS. (mais augmentées légèrement par rapport à 0.25 mM d'AS).

La concentration saline 200 mM a un effet plus stressant, une augmentation importante est enregistrée 67.00 mg.g⁻¹ PF. L'addition de 0.05 mM fait augmenter cette teneur à 70.66 mg.g⁻¹ PF, mais 0.25 mM d'AS associée à cette concentration saline, cette teneur a réduit à 65.03 mg.g⁻¹ PF. L'addition de 0.5 mM a réduit les teneurs encore plus à 61.86 mg.g⁻¹ PF.

Tableau 7 - Analyse de la variance à l'aide du test de F à $\alpha = 5\%$ de la teneur en protéines des feuilles des plantes du gombo sous stress salin enrichi ou non en acide salicylique.

Effet	SS	ddl	MS	F	P
NaCl	4302.27	3	1434.1	86.511	0.00
AS	110,60	3	36,86	2.224	0.10
NaCl*AS	217,83	9	24,20	1.460	0.20

L'analyse de la variance des teneurs en protéines (Tableau 7) permet de relever un net effet du facteur NaCl ($P = 0.00$) sur l'expression de ce paramètre, à l'inverse de l'effet du facteur AS qui reste très loin de conditionner les variations obtenues ($P = 0.10$). L'interaction entre les deux facteurs n'a pas enregistré les effets significatifs ($P=0.20$) sur la teneur en protéines.

Cela veut dire que le facteur AS n'a aucune influence sur les réponses des plantes au propos de ce paramètre.

Du test Tukey au seuil $\alpha = 5\%$, il en résulte trois groupements homogènes selon le facteur NaCl (**Annexe 4 Tableau 26**). Le groupe (A) qui regroupe les moyennes obtenues des traitements 50 et 100 mM NaCl (42.8 et 43.0 mg.g⁻¹ PF respectivement). Un groupe (B) pour la concentration 150 mM NaCl, et un taux plus grand (66 mg.g⁻¹ PF) constituant le groupe (C) pour la concentration 200 mM NaCl.

Selon le facteur AS (**Annexe 4 Tableau 20, Figure 19**), le test fait ressortir un seul groupe homogène. La teneur en protéine se réduit suite à l'augmentation de l'AS ; au contraire, sous l'effet de 0.25 mM, les teneurs en ces composés sont plus faibles.

Sous ces conditions de stress, le test a conclu la présence de six groupes homogènes selon l'interaction entre les deux facteurs NaCl et AS (**Annexe 4 Tableau 28**). En effet, pour le groupe (A) le test indique que la concentration de 100 mM NaCl influe faiblement sur la

teneur en protéines ; alors que l'addition de l'AS, fait augmenter ces teneurs. Par ailleurs, sous l'effet combiné salinité à 50 et 150 mM et hormone à 0.25 mM d'AS, les teneurs en protéines baissent. Pour la concentration 200 mM la combinaison à 0.5 mM AS a réduit la teneur en protéine par rapport aux plantes stressées à 200 mM seulement, et la concentration de 0.05 mM AS semble à stresser plus les plantes en se combinant a cette dernière.

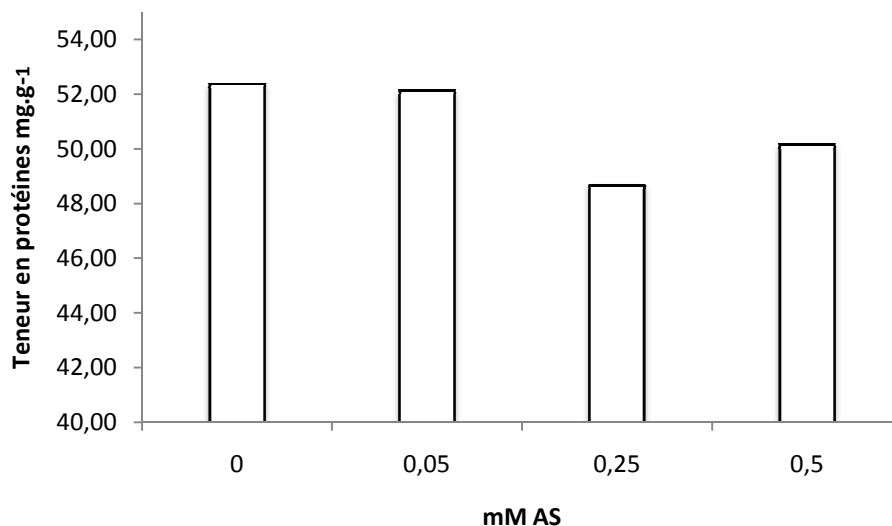


Fig. 19 - Teneurs en protéines (mg.g^{-1} PF) des feuilles des plantes du gombo. Les résultats sont présentés sous forme de moyenne et regroupés selon le facteur AS à l'aide du test de Tukey ($\alpha=0.05$).

2. Polyphénols

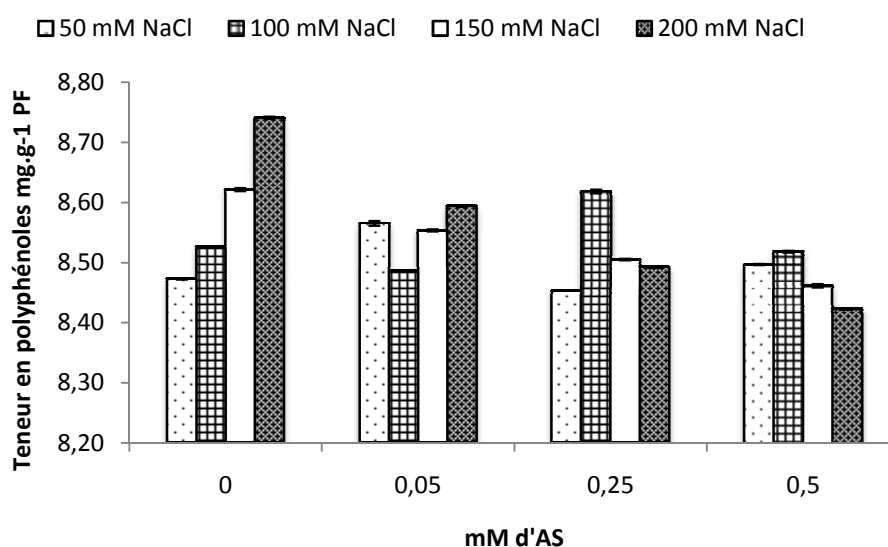


Fig. 20 - Teneurs en polyphénols (mg.g^{-1} PF) des feuilles des plantes du gombo selon la concentration en NaCl et l'acide salicylique.

Le taux des polyphénols chez les plantes stressées au NaCl à 50 mM, présente une faible teneur ($8.473 \text{ mg.g}^{-1} \text{ PF}$). L'addition de 0.05 mM d'AS augmente la teneur jusqu'à $8.565 \text{ mg.g}^{-1} \text{ PF}$; dès que l'AS est apporté à 0.25 mM, les polyphénols subissent une chute de 28.39% par rapport au témoin ($8.453 \text{ mg.g}^{-1} \text{ PF}$ contre $8.473 \text{ mg.g}^{-1} \text{ PF}$). En revanche, l'effet de l'AS à 0.5 mM les polyphénols augmentent de teneurs ($8.497 \text{ mg.g}^{-1} \text{ PF}$).

Quant à l'application de 100 mM de NaCl, la teneur en polyphénols a augmenté proportionnellement à $8.526 \text{ mg.g}^{-1} \text{ PF}$ par rapport aux plantes stressées à 50 mM de NaCl. Alors que l'addition de 0.05 mM d'AS a réduit cette teneur à $8.485 \text{ mg.g}^{-1} \text{ PF}$. En additionnant 0.25 mM d'AS, les teneurs s'augmentent à $6.618 \text{ mg.g}^{-1} \text{ PF}$ par rapport au témoin (100 mM d'AS seulement). Le taux est légèrement réduit à $8.518 \text{ mg.g}^{-1} \text{ PF}$ quand on a additionné 0.5 mM d'AS.

La teneur en polyphénols a augmenté à $8.621 \text{ mg.g}^{-1} \text{ PF}$ chez les plantes stressées à 150 mM de NaCl (plus grande que celles trouvées à 50 et 100 mM de NaCl) ; mais cette teneur baisse au fur et à mesure l'augmentation de la concentration en AS, arrivant à $8.461 \text{ mg.g}^{-1} \text{ PF}$ sous 0.5 mM d'AS, 0.05 mM ($8.553 \text{ mg.g}^{-1} \text{ PF}$) et 0.25 mM ($8.505 \text{ mg.g}^{-1} \text{ PF}$).

Chez les plantes stressées à 200 mM de NaCl, la teneur en polyphénols arrive à $8.740 \text{ mg.g}^{-1} \text{ PF}$, cette teneur se réduit en augmentant la concentration en AS additionnée à $8.593 \text{ mg.g}^{-1} \text{ PF}$ en traitant par 0.05 mM d'AS, diminue à $8.492 \text{ mg.g}^{-1} \text{ PF}$ en traitant par 0.25 mM et se réduit à $8.442 \text{ mg.g}^{-1} \text{ PF}$ en traitant par 0.5 mM d'AS.

Tableau 8 - Analyse de la variance à l'aide du test de F à $\alpha = 5\%$ de la teneur en polyphénols des feuilles des plantes du gombo sous stress salin enrichi ou non en acide salicylique.

Effet	SS	ddl	MS	F	P
NaCl	0.026	3	0.009	1.9	0.14
AS	0.086	3	0.029	6.4	0.00
NaCl*AS	0.178	9	0.020	4.4	0.00

L'analyse de la variance de la teneur en polyphénols (Tableau 8) indique que son expression est sous l'étroite dépendance de facteur AS ($P = 0.00$) Tandis que l'effet du facteur NaCl s'avère non significatif ($P = 0.14$), ce facteur demeure sans effets notables sur l'expression de ce paramètre. Ce qui montre que les plantes étudiées répondent de façon controversée à la salinité et que ces réponses sont indépendantes de la présence de NaCl.

Quant aux effets conjugués, l'interaction NaCl-AS régit des variations hautement significatives ($P = 0.00$).

L'analyse de la variance de ce paramètre selon le facteur NaCl des plantes stressées au NaCl seulement (sans AS), (tableau 9), montre une signification très haute ($P=0.00$), il semble que l'AS a régressé l'effet du NaCl chez les plantes.

Tableau 9 - Analyse de la variance à l'aide du test de F à $\alpha = 5\%$ de la teneur en polyphénols des feuilles des plantes du gombo sous stress salin seulement.

Effet	SS	ddl	MS	F	P
NaCl seulement	0.1245	3	0.0415	12.9	0.00

Les tests statistiques selon le facteur NaCl (**Annexe 5 Tableau 30**) a donné un seul groupe homogène et ne démontre pas des variations considérables de la teneur en polyphénols mais manifeste que le taux en polyphénols augmente en augmentant la concentration en NaCl.

Selon le facteur AS (**Annexe 5 Tableau 31, Figure 21**), 2 groupes homogènes ont résulté, un groupe (A), comprend les moyennes les plus élevées, où le témoin avait la plus grande teneur $8.5903 \text{ mg.g}^{-1}\text{PF}$, et la teneur en polyphénols se réduit en augmentant la concentration en AS (groupe (B)).

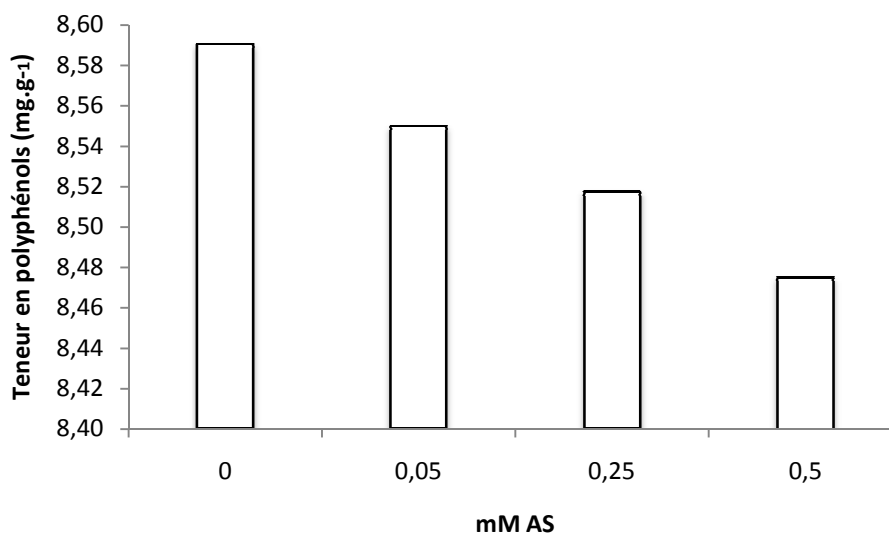


Fig.21 - Teneurs en polyphénols ($\text{mg.g}^{-1}\text{PF}$) des feuilles des plantes du gombo. Les résultats sont présentés sous forme de moyenne et regroupés selon le facteur AS à l'aide du test de Tukey ($\alpha=0.05$).

Deux groupes homogènes sont ressortis selon le test statistique à partir de l'interaction entre les facteurs NaCl-AS (**Annexe 5 Tableau 32**). Le groupe (A) regroupe tous les traitements utilisés sauf le témoin 200 mM NaCl qui appartient au groupe (B). Les teneurs en polyphénols s'augmentent en augmentant la concentration en sel, l'ajout de l'AS réduit ces teneurs quand il est additionnée à 200 et 150 mM de NaCl, la concentration de 0.25 mM d'AS augmente plus ces teneurs par rapport aux témoins pour le traitement de 100 mM NaCl, et pour la concentration de 50 mM NaCl, c'est lorsqu'en la combine à 0.05 mM d'AS que les teneurs augmentent.

- Parmi les polyphénols analysés :

3. Les flavonoïdes :

Chez les plantes stressées à 50 mM de NaCl, la teneur en flavonoïdes est de $0.307 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, cette teneur devient légèrement réduite en ajoutant 0.05 mM d'AS ($0.297 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ PF). Ensuite les flavonoïdes augmentent jusqu'à $0.361 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ PF sous l'effet de 0.25 mM d'AS dans le milieu salé pour atteindre une teneur sensiblement réduite dans les feuilles des plantes nourries à 0,5 mM d'AS toujours dans le milieu à la même concentration en NaCl ($0,355 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ PF).

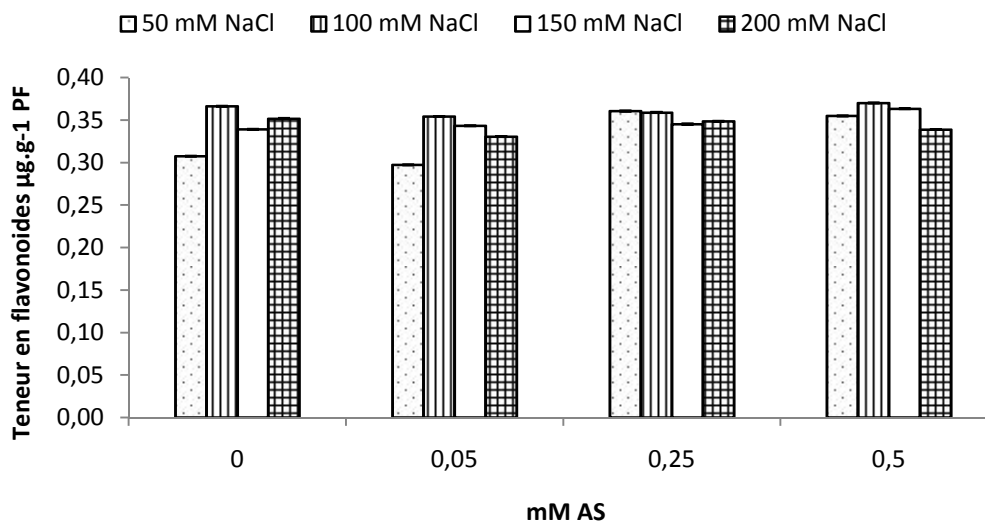


Fig. 22 - Teneurs en flavonoïdes ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ PF) des feuilles des plantes du gombo selon la concentration en NaCl et en acide salicylique.

Les plantes stressées à 100 mM de NaCl sans ou avec l'apport en AS ont connu une légère augmentation et une très faible variation en teneur en flavonoïdes par rapport aux plantes nourries à 50 mM de NaCl ($0.365 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ PF). La même observation est relevée chez les plantes soumises à 150 mM de NaCl où la teneur en ces composés augmente légèrement à

0.334 $\mu\text{g.g}^{-1}$ sans grande variation lorsque l'AS est ajouté à 0.05 mM et 0.25 mM à la solution saline; alors que le milieu enrichi à 0.5 mM d'AS, les flavonoïdes passent à la hausse vers une valeur de 0.363 $\mu\text{g.g}^{-1}$ PF.

La teneur en flavonoïdes à propos des plantes stressées à 200 mM de NaCl, varie faiblement de 0.352 $\mu\text{g.g}^{-1}$ PF concernant le témoin. L'apport de 0.05 mM d'AS abaisse cette teneur à 0.330 $\mu\text{g.g}^{-1}$ PF; alors que le traitement à 0.25 mM fait l'augmenter à 0.349 $\mu\text{g.g}^{-1}$ PF. Une diminution est enregistrée à 0.340 $\mu\text{g.g}^{-1}$ PF chez les plantes apportées de 0.5 mM d'AS dans la même concentration saline.

L'étude statistique des variations de la teneur en Flavonoïdes (Tableau 10) indique que son élaboration est fortement régie par le facteur NaCl ($P = 0.00$) et le facteur AS ($P = 0.00$) est également hautement intervenant dans l'élaboration de ce paramètre.

Quant à l'effet de l'interaction NaCl-AS, il prouve son intérêt en enregistrant un effet très hautement significatif ($P = 0.00$).

L'interaction entre les 2 facteurs a fait élaborer 5 groupements homogènes par le test statistique (Annexe 06 Tableau 25). Cette interaction a rendu le suivie de l'évolution des teneurs en flavonoïdes difficile. Il est plus préférable d'observer les changements individuellement en fonction des facteurs.

Tableau 10 - Analyse de la variance à l'aide du test de F à $\alpha = 5\%$ de la teneur en flavonoïdes des feuilles des plantes du gombo sous stress salin enrichi ou non en acide salicylique.

Effet	SS	ddl	MS	F	P
NaCl	0.0064	3	0.0021	25.18	0.00
AS	0.0049	3	0.0016	19.28	0.00
NaCl*AS	0.0068	9	0.0007	8.95	0.00

La comparaison des moyennes par le test de Tukey en fonction de facteur NaCl (Annexe 6 Tableau 34), regroupe ces dernières en 3 groupements homogènes. Le groupe (A) comprend les concentrations 200 et 150 mM NaCl, le groupe (B) est créé des moyennes de la concentration de 50 mM NaCl, le groupe (C) obtenus de la moyenne 100 mM NaCl. A exception de la concentration de 50 mM NaCl qui a provoqué la chute des flavonoïdes.

L'étude du facteur AS (**Annexe 6 Tableau 35, Figure 23**) permet de discerner deux groupes homogènes, le groupe (A) comprend les moyennes les plus faibles obtenus sous les concentrations 0 et 0.05 mM d'AS, et le groupe (B) renferme les moyennes obtenus sous les concentrations 0.25 et 0.5 mM AS.

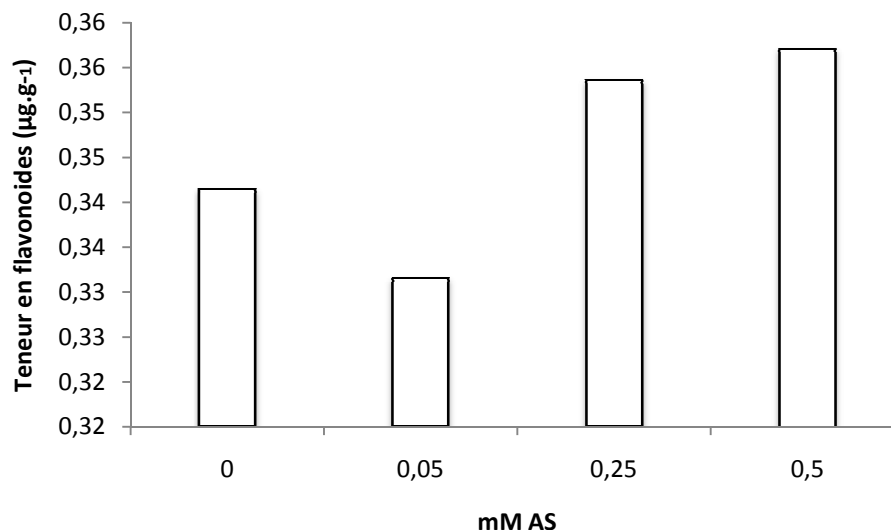


Fig. 23 - Teneurs en flavonoïdes ($\mu\text{g.g}^{-1}$ PF) des feuilles des plantes âgées de deux mois du gombo. Les résultats sont présentés sous forme de moyenne et regroupés selon le facteur AS à l'aide du test de Tukey ($\alpha = 0.05$).

4. Les tanins hydrolysables

La figure 24 représente le taux des tanins hydrolysables des feuilles de gombo stressées à différentes concentrations de NaCl combinées à l'AS.

Les plantes stressées à 50 mM de NaCl ont exprimé un taux de des tanins hydrolysables de 23.45%. Ce taux se réduit en apportant 0.05 mM et 0.25 mM d'AS à 15.75% et 13, 30% respectivement. 14% est obtenue en apportant 0.5 mM d'AS à la même concentration saline.

A 100 mM de NaCl, le taux des tanins hydrolysables augmente à 24.85% par rapport au taux trouvé en stressant les plantes à 50 mM de NaCl ; proportionnellement, ce taux augmente lorsqu'en apporte à cette concentration saline 0.05 et 0.25 mM d'AS jusqu'à 25.9% et à 32.5% respectivement. Une légère réduction à 30.1% est obtenue quand on amène 0.5mM d'AS à cette concentration saline.

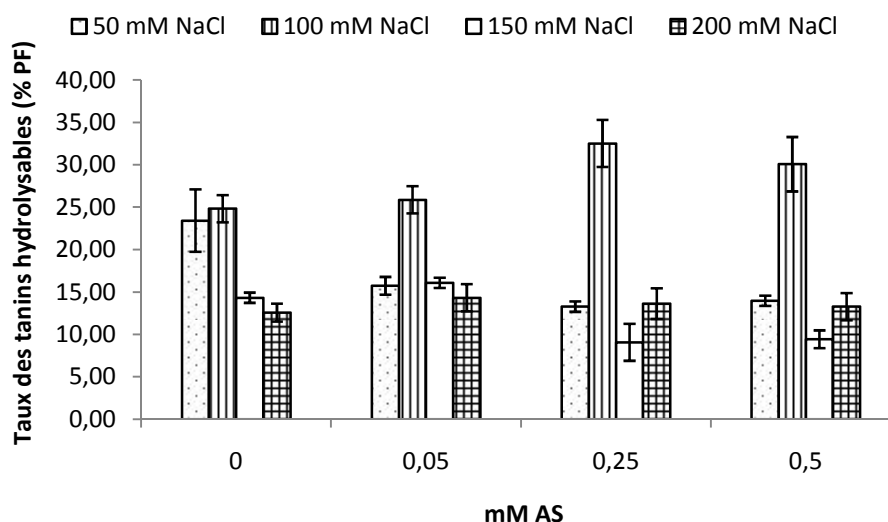


Fig.24 - Taux des tanins hydrolysables (%) des feuilles des plantes du gombo âgées de deux mois selon la concentration en NaCl et en acide salicylique.

Le taux des tanins hydrolysables atteint un taux de 14.3% chez les plantes stressées à 150 mM de NaCl. En ajoutant l'AS à 0.05 mM, ce taux passe à 16.1% ; ensuite ces composés baissent fortement entre 9.1% et 9.4% lorsque la solution saline est enrichie à 0.25 mM et 0.5 mM d'AS respectivement.

Sous le traitement à 200 mM de NaCl en absence d'AS, le taux de tanins hydrolysables arrive à 12.6% ; dès que l'AS est apporté à 0.05 mM, ces composés évoluent sensiblement dans les feuilles comparativement à l'effet du traitement sans AS (14.3% pour 12.6 %). Ce taux poursuit sa chute lorsque la concentration en AS passe à 0.25 mM et 0,5 mM, soit des taux respectifs de 13.65% et à 13.3%.

Tableau 11 - Analyse de la variance à l'aide du test de F à $\alpha = 5\%$ de la teneur en tanins hydrolysables des feuilles des plantes âgées de deux mois du gombo sous stress salin en présence ou non en acide salicylique.

Effet	SS	ddl	MS	F	P
NaCl	1945.54	3	648.51	189.494	0.00
AS	31.42	3	10.47	3.060	0.04
NaCl*AS	397.08	9	44.12	12.892	0.00

L'étude analytique des variations de ce paramètre (Tableau 11), indique que son élaboration est fortement régie par le facteur NaCl ($P = 0.00$). Tandis que l'effet AS s'avère moins important ($P = 0.04$).

Quant à l'effet interaction NaCl – AS, il se révèle hautement significatif ($P = 0.00$).

La comparaison des moyennes selon le facteur NaCl (**Annexe 7 Tableau 38**) a conclu 3 groupes homogènes et montre une réponse variable de l'effet de la salinité sur le taux de tanins hydrolysables. Les plantes stressées à 200 mM et 150 mM (groupe A) exprime des réponses voisines mais le taux le plus faible est enregistré sous le traitement à 150 mM. Deux autres groupes sont obtenus, le groupe (B) qui renferme la concentration de 50 mM et le groupe (C) qui possède la moyenne la plus élevée obtenue en sous stress à 100 mM de NaCl.

Selon le facteur AS (**Annexe 7 Tableau 39, Figure 25**), 2 groupements homogènes sont obtenus. Lorsque la concentration en AS augmente, les tanins hydrolysables chutent.

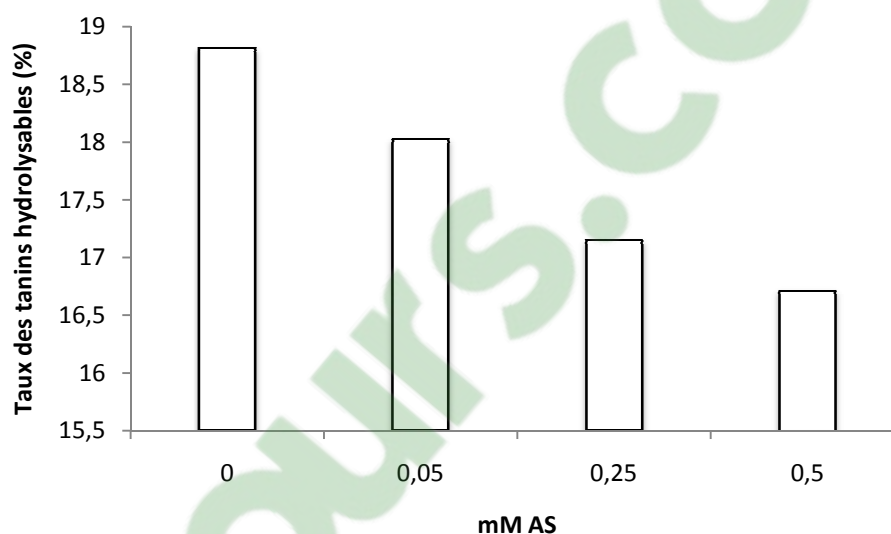


Fig.25 – Taux des tanins hydrolysables (%) des feuilles des plantes du gombo âgées de deux mois. Les résultats sont présentés sous forme de moyenne et regroupés selon le facteur AS à l'aide du test de Tukey ($\alpha = 0.05$).

La corrélation entre les deux facteurs NaCl et AS a relevé 5 groupes homogènes (**Annexe 7 Tableau 40**), mais donnent une variation de moyennes très diversifié concernant les concentrations 50, 150 et 200 mM NaCl, mais la concentration de 100 mM NaCl combiné aux différentes concentrations d'AS donne les taux les plus élevé en tanins hydrolysables.

Les stress abiotiques se traduisent par des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui affectent négativement la croissance de la plante et sa productivité (BEN NACEUR et *al.*, 2001 ; WANG et *al.*, 2001).

La germination est un évènement critique pour le succès de l'établissement du cycle de vie des plantes ; elle prédétermine largement les chances de survie des plantules jusqu'à la maturité (CHAUHAN et *al.*, 2009). La réponse des graines à la salinité pourrait être un indicateur de tolérance des plantes au sel pour les stades ultérieurs du développement (MISRA et DWIVEDI, 2004).

Selon VANACKER et *al.* (2001), la littérature portant sur les différents processus physiologiques modulés spécifiquement par l'acide salicylique en tant qu'inducteur de réactions de défense, rapporte des effets sur l'expansion et la mort cellulaire ; mais à présent beaucoup de travaux impliquent l'acide salicylique dans la réalisation de différents programmes d'antistress (ASHRAF et *al.*, 2010 ; HAYAT et *al.*, 2010 ; AFTAB et *al.*, 2011 ; JAYAKANNAN et *al.* 2013)

Des méthodes différentes sont utilisées pour augmenter le taux de germination des graines du gombo, telle la scarification à l'acide sulfurique et l'augmentation de la teneur en humidité des graines en les plaçant dans une vermiculite humide (DHANKHAR et SINGH, 2009). Le tégument de la graine lui attribue une imperméabilité dès qu'il s'oppose à la pénétration de l'eau et aux échanges gazeux (DEMIR, 2001). Selon KEMBLE (1996), le tégument dur du gombo interfère à l'absorption de l'eau et est une contrainte physique majeure qui s'oppose à l'établissement d'une germination uniforme et performante. Selon TAILOUR et HARMAN (1988), la germination de gombo est accélérée en imbibant les graines pendant plusieurs heures avant le semis ce qui ramollit le tégument et aide à l'émergence.

ZEMANI (2009) puis BOUMIA (2011) ont procédé à l'imbibition des graines du gombo pendant 8 heures à l'eau. C'est pourquoi une phase d'imbibition pendant 9 heures dans les différents traitements est réalisée pour observer la germination des graines de gombo dans notre expérimentation.

Concernant la première partie, des résultats obtenus sur la germination en boîtes de Pétri des graines du gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) à 28°C durant les cinq jours d'expérimentation en deux types d'applications différentes afin de mettre en évidence le comportement des graines vis à vis le stress, il est possible de retenir les éléments essentiels :

Pour le premier lot, 73,3% des graines ont germé le premier jour en traitant à 50 mM de NaCl et une chute jusqu'à 20% des graines est induite sous 100 mM, et un taux final de germination achevé le 3^{ème} jour atteignant des taux de 100% et 96,6% respectivement sous les deux traitements en sel. Pour le lot II, 93,3% des graines ont germé le premier jour et ce taux augmente à 96,6% respectivement sous les deux traitements au NaCl pour évoluer vers la germination totale des graines vers le 2^{ème} jour.

Les résultats des graines stressées au NaCl pour le **lot I** sont en accord avec ceux d'autres auteurs comme HAQ et *al.* (2010) et SHAHID et *al.* (2011). Par ailleurs, nos résultats indiquent que les taux de germination sont à la hausse par rapport à ceux obtenus sur la même espèce par BOUMIA (2011) sous température à 25°C. En effet, BOUMIA trouve que 46% des graines germent le 1^{er} jour sous stress à 50 mM suivi d'un maximum de germination vers le 2^{ème} jour ; par contre sous le traitement à 100 mM de NaCl, les taux de germination baissent vers le 3^{ème} jour. D'autre part, ZEMANI (2009) a trouvé des résultats plus faibles (20% sous 50 mM de NaCl et 10% sous 100 mM de NaCl) et une germination à 30°C dès le 2^{ème} jour avec un taux final réduit. Ces différences de réponses des graines du gombo signalées par ces auteurs indiquent non seulement l'action de la salinité mais l'effet température n'est pas à exclure. BENDKHIL et DENDEN (2010) dans une étude sur la germination sous un stress thermique et salin montrent que le gombo est sensible aux variations de la température.

MILOUDI et BELKHODJA (2013) rapportent pour les graines d'arganier qu'à la durée de pré-imbibition et la température de germination, le choix des graines à maturité physiologique s'impose.

Les graines du **lot I** sous stress à 150 mM apparaissent le 1^{er} jour avec un taux très faible de 3,33% et arrivent à un taux final de 93,3% ; et les graines du **lot II** entament leur germination le 2^{ème} jour par un taux précoce de 56,7% et un taux final de 86,6%.

Les graines traitées à 200 mM apparaissent le 2^{ème} jour avec un taux faible de 3,33% qui arrive à 20% le dernier jour pour le **lot I**, alors que la germination s'entame le 3^{ème} jour dans le **lot II** avec un taux de 10% arrivant seulement à 16,6% le dernier jour.

Nous avons trouvé un taux de précocité de germination de 32,5% et un taux final de 77,5% en tant qu'une moyenne de l'ensemble de toutes les concentrations du **lot I**, et un taux de précocité de 47,5% et final de 76% pour le **lot II**.

Le taux élevé de précocité de germination enregistré dans le **lot II** (les graines sont imbibées à l'eau seulement concernant les graines qui ont subi un stress ultérieur dans les boîtes de Pétri au NaCl seulement par rapport le **lot I** (les graines sont imbibées dans les

concentrations salines correspondantes) est due à la réhydratation gênée des graines de lot **I** en présence de sel.

Le retard de la germination des graines ainsi que la diminution du taux de germination, lorsque la concentration saline augmente, sont appréciés par le temps nécessaire à la graine à mettre en place des mécanismes lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne (BLISS *et al.*, 1986). BOUKRAË *et al.* (2013), indiquent que le sel réduit le taux de germination des graines du pois chiche. D'autre part, HADAS (2007) montre que le sel empêche l'imbibition de la graine en ralentissant le mouvement de l'eau. HAOUARI *et al.* (2013) concluent que les graines de blé sous stress salin connaissent une réduction de la teneur en eau en augmentant la concentration en sel. La salinité affecte l'imbibition et la germination des graines d'*Atriplex* (MAALEM et RAHMOUNE, 2009). BOUDA et HADDIOUI (2010) ont affirmé que la germination est maximale à l'eau distillée et qu'elle diminue avec l'augmentation de la concentration en sel dans le milieu. En effet, en présence de doses élevées en NaCl la proportion d'osmoticum pénétrant les structures de germination n'est pas suffisante à assurer l'imbibition de la graine en conditions de très faible potentiel osmotique du milieu (BOUDA et HADDIOUI, 2011). Ce faible potentiel externe entraîne une inhibition de l'activité enzymatique des graines et retarde la sortie et le développement de la radicule et par conséquent la germination (GILL *et al.*, 2003. MISIC *et al.*, (2009) ; BEN DKHIL et DENDE (2010) ; SHAHID *et al.* (2012) expliquent que la germination du gombo est affecté par les hautes concentrations en sel suite à l'élévation du potentiel osmotique qui impose plus d'énergie à la graine pour absorber l'eau (JAMIL et RAO, 2004 ; BOUDA et HADDIOUI, 2010).

Selon les tests statistiques, le milieu enrichi à 0.05 mM d'acide salicylique a influé sur la précocité de la germination avec un taux des premières graines germées élevé (**lot I**). Par contre, l'addition de l'acide salicylique aux concentrations supérieures a ralenti cette germination (**lot II**).

De plus, les observations relevées concluent que le traitement hormonal n'a pas amélioré le taux final de la germination des graines des deux lots aussi bien en présence de NaCl ou non à l'exception des graines du **lot I** où le traitement à 0.05 mM d'acide salicylique associé au NaCl à 100 mM et sous la salinité à 200 mM en présence de 0.05 et 0.5 mM d'acide salicylique où la germination s'est achevée avec une amélioration des taux. BAGHIZADEH et HAJMOHAMMADREZAEI (2011), montrent que l'acide salicylique en concentration élevée induit la réduction du taux de germination. RAJASEKARAN *et al.* (2002) ont reporté que l'acide salicylique n'a pas un effet intensifiant sur le taux final de germination.

IFZAL et al., (2006), ont rapporté que l'acide salicylique a réduit l'effet du stress salin sur la germination et la croissance du blé (HAMADA et Al-HAKIMI, 2001). SAKHABUTDINOVA et al. (2003) expliquent que le prétraitement à 0.05 mM d'acide salicylique a réduit les dommages de la salinité chez le blé

Chez l'*Arabidopsis*, l'acide salicylique a augmenté les dommages de stress oxydative générés par le NaCl et le stress osmotique (BORSANI et al., 2001). LOPEZ et al. (1999), aussi confirment que l'acide salicylique interfère et cause des dommages oxydatifs durant la durée de germination en haute concentration. Cela explique le retard ou le blocage total de la germination dans notre expérimentation en utilisant des fortes concentrations.

La deuxième partie de notre travail a consisté à étudier quelques paramètres biochimiques sur les feuilles des plantes de gombo âgées de deux mois :

- Concernant les protéines :

Sous stress à 50 mM de NaCl, une réduction de la teneur en protéines est enregistrée quand la concentration saline est doublée ; un résultat similaire est trouvé par SHAKEEL et MANSOOR (2012) en travaillant avec les mêmes concentrations sur *Vigna radiata* L. WILEZEK et par KHEDR et al. (2003) sur *Pancreaticum maritimum*. Les protéines augmentent davantage lorsque les plantes reçoivent le NaCl au delà de 100 mM.

Il a été rapporté que chez plusieurs espèces végétales, le sel induit des modifications quantitatives et qualitatives dans la synthèse des protéines (RAMAGOPAL, 1987). En effet les protéines sont considérées comme un critère biochimique dans la réaction des plantes lorsqu'elles sont soumises à des contraintes du milieu (OUI et BELKHODJA, 2012)

Des élévations des teneurs des composés protéiques en réponse à des agressions chimiques salines sont assez bien connues. Par exemple chez le blé (ROUDANI, 1996 ; ASHRAF et OLEARY, 1999), de l'orge (El TAYEB, 2005 ; PIRASTEH-ANOSHEH et al., 2014), de la tomate (AMINI et EHSANPOUR, 2005 ; OULD MOHAMDI et al., 2011 ; AGAMY et al., 2013) de la patate douce (SYMARAYTIS et al., 1992) ou de *Tagetes patula* (DENDEN et al., 2005). Cette hausse pourrait provenir des réactions de défense des plantes face au stress (LEPENGUE et al., 2012) car les protéines sous contrainte saline s'accumulent et agissent comme régulateurs osmotiques (AHMAD et al., 2003) tels les protéines HSE (Heat Shock Protein) (TOMANEK et SOMERO, 2002) et les LEA (Late Embryogenesis Abundant) (HAND et al., 2011), cette hausse résulte de protéosynthèse (DUBEY et RANI, 1989) ou de la conversion des carbohydrates en protéines solubles

(osmorégulateurs) (TAMMAM et al., 2008), ou une forme de dépôt d'azote qui pourrait être réutilisé quand le stress est interrompu (AMINI et EHSANPOUR, 2005).

Le pouvoir relatif des plantes ou un organe de plante à stimuler l'accumulation des cytosolutes dans ces tissus (ajustement osmotique) déterminera partiellement sa tolérance aux conditions de stress (KARIMI et al., 2005 ; KUKREJA et al., 2005).

Toutes les concentrations en acide salicylique additionnées à 50 mM de NaCl ont réduit la teneur en protéines par rapport aux plantes stressées à la même concentration de NaCl seulement. Par contre, l'addition de 0.5 mM d'acide salicylique a augmenté la teneur en protéines chez les plantes traitées à 100 mM de NaCl par rapport aux plantes témoins (sans apport d'acide salicylique). Un résultat semblable est signalé chez la tomate stressé à 80 mM additionné à 0.5 mM d'acide salicylique (AGAMY et al., 2013).

L'acide salicylique à 0.05 mM et 0.5 mM a atténué la teneur en protéines chez les plantes traitées à 150 mM de NaCl. A 200 mM de NaCl, l'effet de l'acide salicylique n'influe pas sur les protéines. De nombreux travaux rapportent l'action de l'acide salicylique sur la réponse protéique des plantes sous stress salin chez *Bruguiera parviflora* (PARIDA et al., 2002) et l'orge (El TAYEB, 2005). Cette réponse s'est exprimée par une réduction des protéines sous l'effet de l'acide salicylique en faveur de la synthèse de nouveaux composés comme la proline chez l'orge (BANDURSKA et STROINSKI, 2005), le blé (SINGH et USHA, 2003 ; PIRASTEH-ANOSHEH et EMAM, 2012), et le maïs (NAYYAR, 2003), et la lentille (MISRA et SAXENA, 2009).

- Concernant la teneur en polyphénols :

La salinité croissante a augmenté la teneur en polyphénols. Les tests statistiques affirment l'effet du sel suite à la haute signification trouvé. Une hausse en polyphénols suite à l'augmentation de la salinité est signalé chez plusieurs plantes (MUTHUKUMARASAMY et al., 2000), chez l'orge (ALI et ABBES, 2003), les feuilles de *Cakile maritima*, et le piment rouge (NAVARRO et al., 2006 ; KSOURI et al., 2007), l'artichaut (HANEN et al., 2008 ; REZAZADEH et al., 2012), *Anethum graveolens* L. (MEHR et al., 2012) et *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash (MANE et al., 2011).

Chez les plantes la synthèse et l'accumulation des métabolites secondaires tels les polyphénols est généralement une réponse aux stress abiotiques (NACZK et SHAHIDI, 2004 ; CHANWITHEESUK et al., 2005) tels que la salinité (NAVARRO et al., 2006). Selon ZHU (2000), le sel peut induire le déclenchement de stress oxydatif, en effet les polyphénols participent à la défense contre les espèces réactives à l'oxygène (ROS) produites sous les conditions de stress. La tolérance au stress salin semble réagir par une

augmentation de la capacité antioxydante pour désintoxiquer les ROS (ZHU et SCANDALIO, 1994 ; NOCTOR et FOYER, 1998). SINGH (2004), a trouvé que les génotypes tolérants de pois chiche (*Cicer arietinum*) ont une teneur élevée en polyphénols. Selon, DUH (1999) une corrélation entre la teneur en phénols et l'activité antioxydante a été observée, puisque les teneurs phénoliques contribuent directement dans l'activité antioxydante.

Selon nos résultats, l'acide salicylique a un effet sur les polyphénols en réduisant la teneur en polyphénols ce qui est en accord avec DONG *et al.* (2010), sur l'espèce *Salvia miltiorrhiz*.

Selon KHANDELWAL *et al.* (2010) puis BOUKRAË *et al.* (2013), la diminution en teneurs des polyphénols pourrait être due à l'effet de l'acide salicylique qui peut activer les polyphénoloxydases. TAŞGIN *et al.* (2006) rapportent que les teneurs en polyphénols oxydases (PPO) augmente en traitant les plantes de blé à l'acide salicylique, les mêmes résultats ont déjà été rapportés par CONSTABLE *et al.* (2000), KIM *et al.* (2001). Il est connu que les PPO catalysent les composés phénoliques en quinones (MAYER, 1987; MOHAMMADI et KAZEMI, 2002). Dans nos conditions il est possible que les teneurs réduites en polyphénols sont causées par les PPO induites par l'acide salicylique en les convertissant en quinones. Les quinones polymérisés sont impliqués dans le brunissement enzymatique (KIM *et al.*, 2001 ; RAPEANU *et al.*, 2006). La diminution pourrait être aussi due à la liaison des polyphénols aux autres substances organiques tels les carbohydrates ou les protéines (SAHARAN *et al.* 2002).

Parmi les polyphénols analysés, on a essayé d'identifier deux types ; les flavonoïdes et les tannins hydrolysables:

- Concernant les flavonoïdes :

Nos résultats montrent que la salinité a augmenté la teneur en flavonoïdes notamment sous l'effet de 100 mM de NaCl qui a donné la teneur la plus élevée. Nos résultats sont corrélés avec ceux de BENDKHIL et DENDEN (2012) qui ont travaillé sur la teneur en anthocyanines (un groupe des flavonoïdes) chez le gombo ; ils montrent que les anthocyanines augmentent sous stress à 60 et 100 mM de NaCl. Selon REZAZADEH *et al.* (2012), la teneur en flavonoïdes augmente sous concentrations salines modérées et diminue sous les concentrations élevées.

A des niveaux élevés de salinité, l'absorption du phosphore et du potassium, substances principales à la synthèse des métabolites secondaires, chute (WARING et PITMAN, 1985). Ceci est dû aussi aux troubles de l'activité enzymatique à cause d'une

salinité accentuée, qui diminue la photosynthèse et par la suite la synthèse des flavonoïdes (WONG *et al.*, 2006).

Selon nos résultats, la teneur en flavonoïdes s'accroît lorsque la concentration en acide salicylique augmente. Une augmentation significative de la synthèse des flavonoïdes en réponse de l'application de l'acide salicylique est observée chez plusieurs espèces telles que *Matricaria chamomilla* (KOVÁČIK *et al.*, 2009), *Taraxacum officinale* (KIM *et al.*, 2009), *Zingiber officinale* et *Silybum marianum* (KHALILI *et al.*, 2009), (GHASEMZADEH et JAAFAR, 2012) et *Calendula officinalis* L. (PACHECO *et al.*, 2013).

La Phénylalanine ammonia lyase (PAL) est la première enzyme incluse dans la voie de la synthèse des flavonoïdes (WENG and CHAPPLE, 2010; DEMPSEY *et al.*, 2011). Selon KOVÁČIK *et al.*, 2009, l'application de l'acide salicylique augmente l'activité de l'enzyme PAL. Des études montrent que l'activité de PAL pourrait être induite par l'acide salicylique (LAFUENTE *et al.*, 2004 ; CHEN *et al.*, 2006) puisque cette enzyme est impliquée aussi dans la synthèse de l'acide salicylique.

Il est rapporté que l'acide salicylique améliore l'accumulation des flavonoïdes en déclenchant l'expression et/ou en augmentant l'activité des gènes produisant la plupart des noyaux des flavonoïdes (ex CHS, CHI, F3H et ANS) (CAMPOS *et al.*, 2003 ; YU *et al.*, 2006 ; XU *et al.*, 2008)

- Concernant les tanins hydrolysables :

Les tanins hydrolysables obtenus à partir des plantes stressées, à 50 mM ou à 100 mM de NaCl ont connu une légère augmentation alors que sous les concentrations en NaCl élevées, ces composés ont chuté. Selon TATTINI *et al.* (2006), les plantes nourries à la salinité ont une tendance à synthétiser plus de flavonoïdes que les tanins hydrolysables ce qui corrèlent avec nos résultats. Nous avons trouvé que les plantes de gombo stressées au sel augmentent leurs teneurs en flavonoïdes et que les tanins hydrolysables baissent.

L'accumulation des flavonoïdes en faveur des tanins hydrolysables pourrait être liée à la capacité des flavonoïdes à servir en tant que substrat pour les peroxydases classe III, qui réduit le peroxyde d'hydrogène dans les vacuoles (YAMASAKI *et al.*, 1997; TAKAHAMA, 2004). L'effet de l'acide salicylique corrélé avec le NaCl a diminué ces taux lorsque la concentration en acide salicylique augmente.

L'acide gallique est l'un des constituants des tanins hydrolysables (HIGUCHI, 1997). Dans une étude faite par AN *et al.* (2006) sur l'effet de Méthyle salicylate sur les acides de métabolites secondaires, il est montré que l'acide gallique a diminué dans les feuilles de peuplier exposé au Méthyle salicylate.

La réduction des tanins dans les plantes augmente la qualité nutritionnelle des celles-ci puisque les tanins réduisent la digestibilité des protéines (SILANIKOVE et *al.*, 1996) en se liant à celles-ci dans le tractus gastro-intestinal (BERNAYS et *al.*, 1989 ; MCARTHUR et SANSON, 1993) et altèrent l'apport en acides gras volatiles et en azote (LANDAU et *al.*, 2000).

CONCLUSION

Il résulte de notre étude que les graines de gombo soumises à différentes concentrations de NaCl retardent ou réduisent leur précocité de germination, leur taux germinatif final et ralentissent leur cinétique de germination. Ces constatations sont confirmées par la haute signification des testes statistiques selon le facteur NaCl.

Nous avons noté que les graines imbibées à l'eau révèlent une précocité de germination très élevée par rapport aux graines imbibées aux solutions salines, et cela est dû à la facilité de la réhydratation en absence de sel. Alors que durant le temps de germination, nous avons remarqué que les graines imbibées aux solutions salines relèvent un taux de germination final plus élevé par rapport celle imbibées à l'eau.

D'autre part, nos résultats montrent que l'AS à 0.05 mM améliore le taux précoce avec toutes les concentrations salines et le taux final de germination chez les graines stressées et imbibées préalablement à 100 et 200 mM de NaCl.

Nous avons observé que les plantes du gombo sont largement affectées par le stress salin, notamment les paramètres biochimiques. Nous avons enregistré une augmentation des teneurs en protéines ce qui signifie une réponse à la salinité croissante mais une diminution en réponse à l'AS ce qui indique que le gombo a mis en évidence un mécanisme de défense contre le stress salin.

Les polyphénols étudiés montrent un accroissement linéaire en fonction de l'intensité du stress salin. Les flavonoïdes sont augmentés en réponse à la salinité ; par contre, nous avons remarqué une réduction des taux de tanins hydrolysables. Donc, les plantes de gombo exposées sous stress salin ont tendance à synthétiser les flavonoïdes plus que les tanins hydrolysables.

Notre étude montre que l'AS favorise la synthèse des métabolites secondaires (les flavonoïdes) contrairement aux protéines chez les plantes du gombo en stress salin.

L'utilité de l'AS dépend de la concentration, du mode d'application et de l'état de développement de la plante. La concentration 0.25 mM d'AS semble la plus efficace sur les paramètres biochimiques.

Enfin, il est possible de suggérer d'autres tests expérimentaux faisant usage de concentrations plus faibles que 0.05 mM d'AS accompagnées d'une étude biométrique pour mieux comprendre les réponses des plantes du gombo sous les contraintes halohormonales. Les nouvelles informations permettraient de situer le niveau de tolérance et/ou de résistance de cette espèce à ces stress.

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

-A-

- ADRIANO D.C., 2001-** Trace elements in the Terrestrial Environments. Biogeochemistry, bioavailability and risks of metals (2nd Ed). Springer Verlag, New York, 866-885 p.
- AFTAB T., KHAN M.M.A., TEIXEIRA DA SILVA J.A., IDREES M., NAEEM M. et MOINUDDIN. 2011-** Role of Salicylic Acid in Promoting Salt Stress Tolerance and Enhanced Artemisinin Production in *Artemisia annua* L. Journal of Plant Growth Regulation, Volume 30, Issue 4, pp 425-435
- AFZAL I., BASRA S.M.A., FAROOQ M., NAWAZ A., 2006-** Alleviation of salinity stress in spring wheat by hormonal priming with ABA, salicylic acid and ascorbic acid. Int. J. Agric. Biol., 8:23–28
- AGAMY R.A., E. E. HAFEZ AND T H. TAHA, 2013-** Acquired Resistant Motivated by Salicylic Acid Applications on Salt Stressed Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 13 (1): 50-57
- AHMAD, A., Q. FARIDUDDIN and S. HAYAT, 2003-** Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. Photosynthetica 41(2): 281-284.
- ALI R.M. et ABBES H.M., 2003-** Response of salt stressed barely seedlings to phenylurea. Plant Soil Environ., 49(4): 158-162.
- AMES L-M. ET AL MACTEOD G., 1990-** Volatile components of Okra. J Phytochemistry. 29 (4): 1201-1207.
- AMINI F. et EHSANPOUR A.A., 2005-** Soluble Proteins, Proline, Carbohydrates and Na⁺/K⁺ Changes in Two Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Cultivars under in vitro Salt Stress. American Journal of Biochemistry and Biotechnology 1 (4): 204-208.
- AN Y., SHEN Y.-B., WU L.-J., ZHANG Z.-X., 2006-** A change of phenolic acids content in poplar leaves induced by methyl salicylate and methyl jasmonate. Journal of Forestry Research, 17(2): 107–110
- APEL K., HIRT H., 2004-** Reactive oxygen species: Metabolism, oxidative stress, and signal transduction, Annu. Rev. Plant Biol. 55: 373–399.
- ARFAN M, H R. ATHAR, M ASHRAF, 2007-** Does exogenous application of salicylic acid through the rooting medium modulate growth and photosynthetic capacity in two differently adapted spring wheat cultivars under salt stress. Journal of Plant Physiology 164: 685-694
- ARSHAD M., 2009-** Phytoextraction du plomb par les Pélargoniums odorants : Interactions sol-plante et mise en place d'outils pour en comprendre l'hyperaccumulation. Thèse doctorat. Université Toulouse.
- ASHRAF M. et OLEARY J.W., 1999-** Changes in solubles proteins in spring wheat stressed with chloride sodium. Biologia plantarum 42(1): 113-117.
- ASKRI H., REJEB S, JEBARI H., NAHDI H et REJEB M., 2007-** Effet du chlorure de sodium sur la germination des graines de trois variétés de pastèque (*Citrullus lanatus* L.) Science et changements planétaires / Sécheresse. Volume18, Numéro 1, 51-5.

-B-

- BAATOUR O., M'RAH S., BEN BRAHIM N., BOULESNEM F., LACHAAL M., 2004-** Réponse physiologique de la gesse (*Lathyrus sativus*) à la salinité du milieu. Revue des Régions Arides, Tome 1, No. Spécial : 346-358.
- BASTAM N, BANINASAB B. et GHOBADI C., 2013-** Improving salt tolerance by exogenous application of salicylic acid in seedlings of pistachio. Plant Growth Regulation April. Volume 69, Issue 3, pp 275-284
- BATE-SMITH E., 1972-** Detection and determination of ellagitannins. Phytochemistry , vol. 11, no. 3, pp. 1153-1156.
- BELKHODJA M. et SOLTANI N., 1992-** Réponses de la fève (*Vicia faba* L.) à la salinité : étude de la germination de quelques lignées à croissance déterminée. Bull Soc Bot Fr ; 139 : 357-68.
- BENACEUR M. ; RAHMOUNE C. ; SDIRI H. ; MEDDAHI M. et SELMI M., 2001-** Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé ; Science et changements planétaires. Sécheresse, Vol. 12, (3) 167-74
- BENDKHIL B. and DENDEN M., 2010-** Salt stress induced changes in germination, sugars, starch and enzyme of carbohydrate metabolism in *Abelmoschus esculentus* L.(Moench.) seeds. African Journal of Agricultural Research Vol.5:12, pp.412-1418.
- BENDKHIL B. and DENDEN M., 2012-** Effect of salt stress on growth, anthocyanins, membrane permeability and chlorophyll fluorescence of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) seedlings. American Journal Of Plant Physiology. 7(4): 174-183.
- BENHAMOU N. et REY P., 2012-** Stimulateurs des défenses naturelles des plantes : une nouvelle stratégie phytosanitaire dans un contexte d'écoproduction durable.I. Principes de la résistance induite. Phytoprotection. Vol 92, numéro 1, p. 1-23.
- BERNAYS E.A., COOPER DRIVER G., BILGENER E.D. 1989-** Herbivores and plant tannins. *Adv. Ecol. Res.* 19, 263-302.
- BERTRAND A., 2007-** Travaux pratiques : manipulation A : Détermination des activités endo et exo β -glucanases et étude de l'activité pectine méthylesterase dosage des protéines ; Manipulation B dosage du glucose et étude des invertases solubles dosage de l'ascorbate et du dehydroascorbate. Unité Mixte De Recherche INRA-UCBN EVA "Ecophysiologie Végétale, Agronomie et Nutrition N,C,S". Bâtiment IRBA, Campus 1. Pp 15.
- BEZRUKOVA M. V., SAKHABUTDINOVA. R., FATKHUTDINOVA R. A., KYLDIAROVA I., SHAKIROVA F., 2001-**The role of hormonal changes in protective action of salicylic acid on growth of wheat seedlings under water deficit. *Agrochemiya* (Russ), 2, 51–54.
- BLISS R.D., PLATT-ALORIA K.A. ET THOMSON W.W., 1986-** Osmotic sensitivity in relation to sensitivity in germination barley seeds. *Plant Cell and Env.*, 9, (1986), 721-725

- BORSANI, O., V. VALPUESTA AND M.A. BOTELLA 2001-** Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in *Arabidopsis* seedlings. *Plant Physiol.*, 126: 1024-1030.
- BOUDA S. et HADDIOUI A., 2011-** Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*. *Nature et Technologie*. N° 05 :72-79.
- BOUKRAË DJ., 2008-** Interaction acide sulfosalicylique et salinité sur la réponse de la proline et des variations minérales chez des plantes juvéniles d'*Atriplex halimus* L. mémoire magister. Univ Oran. Pp 143.
- BOULARD B., 2001-** Dictionnaire Des Plantes Médicinales Du Monde. Croyance et Réalité. Ed. ESTEM. Pp 636.
- BOUMIA O., 2011-** Interaction fluridone et salinité sur la germination des graines du gombo (*Abelmoschus esculentus* L.). mémoire magister. Université d'Oran. Pp 143.
- BOURRELIER, P.H. and BERTHELIN, J., 1998-** Contamination des sols par les éléments traces: les risques et leur gestion. CR. Acc Sci, 42. Ed. Lavoisier, Paris.
- BOUZERZOUR H., TAMRABET L. & KRIBAA M. , 2002-** Réponse de deux graminées fourragères, l'orge et l'avoine, aux apports d'eau usée et de boue résiduaire. In: Proceedings Séminaire International : Biologie et Environnement, Université Mentouri, Constantine, Algérie. Pp 71
- BRGM, 2004-** Guide méthodologique du plomb appliqué à la gestion des sites et des sols pollués. Rapport final, BRGM/RP-52881-FR.
- BRIAT JF., LEBRUN M., 1999-** Plant responses to metal toxicity. *Plant Biology and Pathology*, Académie des Sciences, Elsevier, Paris,
- BRUNET J., 2008-** Adaptation aux métaux lourds d'une Fabacée (légumineuse) : Réponses phénologique et moléculaire au plomb du *Lathyrus sativus* L. thèse doctorat. Université Paris Est.
- BURKHANOVA E. A., FEDINA A. B., KULAEVA O. N., 1999-** Effect of salicylic acid and (2'-5') oligoadenylates on protein synthesis in tobacco leaves under heat shock conditions: A comparative study. *Russ. J. of Plant Physiol.*, 46, 16–22.

-C -

- CALU, G., 2006-** Effet du stress salin sur les plantes. Comparaison entre deux plantes modèles *Arabidopsis thaliana* et *Thellungiella halophila*. Master 1, Recherche biotechnologie : du gène à la molécule SpectroSciences, article 23, 10 p.
- CAMCIUC M., J M BESSIÈRE, G VILAREM, A GASET, 1998-** Volatile components in okra seed coat. *J Phytochemistry* 48 (2): 311-315

- CAMPOS Â.D., A G FERREIRAI; M M VOZÁRI HAMPE; I F ANTUNESI; N BRANÇÃO; E.P. SILVEIRAI; J B DA SILVA; V A OSÓRIO. 2003-** Induction of chalcone synthase and phenylalanine ammonia-lyase by salicylic acid and *Colletotrichum lindemuthianum* in common bean. Braz. J. Plant Physiol. vol.15 no.3 Londrina
- CHAIBI COSSENTINI W., 1995-** Etude physiologique ultra structurale et cytoenzymologique de l'effet du chlorure de sodium chez *Medicago sativa* L. (cultivar de Gabes). Thèse de doctorat, Faculté des Sciences de Tunis, 224 P.
- CHANWITHEESUK A., TEERAWUTGULRAG A., RAKARIYATHAM N., 2005-** Screening of antioxidant activity and antioxidant compounds of some edible plants of Thailand. Food Chem. 92: 491-497.
- CHARRIER A., 1983-** Etude des ressources génétiques du genre *Abelmoschus* med (Gombo). Conseil International des ressources Phytogénétiques. Ed.CIRPG FAO, Rome,
- CHARRIER A., 1984-** Genetic resources of the genus *Abelmoschus* Med. (okra). Rome, Italie, IBPGR, 61 p.
- CHAUHAN, J.S., Y.K. TOMAR, A. BADONI, N.I. SINGH AND A. SEEMA, 2009-** Morphology, germination and early seedling growth in *Phaseolus mungo* L. with reference to the influence of various plant growth substances. J. Am. Sci., 6: 34-41.
- CHEN, J.Y., WEN, P.F., KONG, W.F., PAN, Q.H., ZHAN, J.C., LI, J.M., WAN, S.B., HUANG, W.D., 2006-** Effect of salicylic acid on phenylpropanoids and phenylalanine ammonialyase in harvested grape berries. Postharvest Biol. Technol. 40, 64–72.
- CHOPRA R. N., NAVAR S. L. AND CHOPRA I., 1986.-**Glossary of Indian Medicinal plants (including the supplement). Council of scientific and Industial Research. New Delhi.
- CONSTABLE C. P., Y. LYNN, J. J. PATTON, M. E. CHRISTOPHER. 2000-** Polyphenol Oxidase from Hybrid Poplar. Cloning and Expression in Response to Wounding and Herbivory. Plant. Physiol., 124 : 285-295.

-D-

- DAT J.F., VAN BREUSEGEM F., VANDENABEELE S., VRANOVÁ E., VAN MONTAGU M., INZE D., 2000-** Dual action of active oxygen species during plant stress responses, Cell. Mol. Life Sci. 57: 779-795.
- DE ABREU I.N., MAZZAFERA P., 2005-** Effect of water and temperature stress on the content of active constituents of *Hypericum brasiliense* Choisy, Plant Physiol, Biochem 43: 241-248.

- DEEF H.E., 2007-** Influence of Salicylic Acid on Stress Tolerance During Seed Germination of *Triticum aestivum* and *Hordeum vulgare*. *Advances in Biological Research* 1 (1-2): 40-48.
- DELAUNEY A.J., HU C.A., KISHOR P.B., VERMA D.P., 1993.** Cloning of ornithine delta-aminotransferase cDNA from *Vigna aconitifolia* by trans-complementation in *Escherichia coli* and regulation of proline biosynthesis. *The Journal of Biological Chemistry* 268: 18673–8
- DEMIR I., 2001-** The effects of heat treatment on hardseededness of serially harvested okra seeds lots at optimum and low temperatures. *Scientia Horticulturae*. 89, 1-7.
- DEMPSEY, D.A., VLOT, A.C., WILDERMUTH, M.C., and KLESSIG, D.F., 2011-** Salicylic Acid biosynthesis and metabolism. *Arabidopsis Book* 9, e0156. doi: 10.1199/tab.0156
- DEMPSEY, D.M.A., SHAH,J., KLESSIG, D.F., 1999-** Salicylic acid and disease resistance in plantas. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 18: 547-575
- DENDEN M, BETTAIEB T, SALHI A, MATHLOUTHI M., 2005-** Effect of Chloride Sodium on Chlorophyll Fluorescence, Plant Proline Content and flowers production of three ornamental species. *Tropicultura* 23 (4) : 220-225.
- DESIKAN R., MACKERNESS S., HANCOCK J., NEILL S., 2001-** Regulation of the Arabidopsis transcriptome by oxidative stress, *Plant Physiol.* 127: 159–172.
- DHANKHAR B.S. et SINGH R., 2009-** Okra handbook, gobal production, processing and crop improvement. HNB Publishing. Pp 475.
- DONG J., G WAN, Z LIANG, 2010-** Accumulation of salicylic acid-induced phenolic compounds and raised activities of secondary metabolic and antioxidative enzymes in *Salvia miltiorrhiza* cell culture. *Journal of Biotechnology* 148: 99–104.
- DUBEY R.S. et RANI M., 1989-** Influence of salinity on growth and metabolic status of proteins and amino acids in seedlings. *J Argon Crop Sci.* 162: 97-106.
- DUH P., 1999.** Antioxidant activity of water extract of four Harnng Jyur (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) varieties in soybean oil emulsion, *Food Chem.* 66 : 471-476.
- DUTTA P.C. and NAUG A., 1968-** A few strains of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench their karyological in relation to phylogeny and organ development. *Beitr. Biol. Pflanzen.* 45: 113-126.
- E-
- ELATTIR H. et SKIREDJ A., 2003-** La tomate,l'aubergine,le poivron ,le gombo.Fiche techniqueV.Transfert de la technologie.N°100.4:4p.
- ELFEEL A.A. and BAKHASHWAIN AHMED A., 2012-** Salinity Effects on Growth Attributes Mineral Uptake, Forage Quality and Tannin Contents of *Acacia saligna* (Labill.) H. Wendl. *Research Journal of Environmental and Earth Sciences* 4(11): 990-995

-F-

FLORENCE J., 2004- Flore de la Polynésie Française. Ed. IRD. Publication Scientifique Du Muséum. Volume 2.

FONDIO LASSINA, DJIDJI ANDE HORTENSE, KOUAME CHRISTOPHE, AÏDARA SEKOU ET HALA N'KLO. 2007- Bien cultiver le gombo en Côte d'Ivoire. Direction des programmes de recherche et de l'appui au développement - Direction des innovations et des systèmes d'information CNRA. Abidjan, Côte d'Ivoire. Pp 4.

FORD C.E., 1938- A contribution to a cytogenetical survey of the Malvaceae. *Genetica* 20:431-452.

-G-

GALLET C. ET LEBRETON P., 1995- Evolution of phenolic patterns in plants and associated litters and humus of mountain forest ecosystem. *Soil Biol. Biochem.* 27:157-165.

GEORGÉ, S., BRAT, P., ALTER, P., and AMIOT, M.J. 2005- Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant derived product, *J.Agric.Food Chem*, 53: 1370-1373.

GERMOSEN-ROBINEAU L., TRAMIL, 1999- Pharmacopée Végétale Caraïbienne. 2nd Ed. Emile Désormeaux. Pp 493.

GHASEMZADEH A, JAAFAR HZE., 2012- Effect of salicylic acid application on biochemical changes in ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *J.Med. Plants Res.* 6:790-795.

GILL P.K., SHARMA A.D., SINGH P., BHULLAR S.S., 2003- "Changes in germination, growth and soluble sugar contents of *Sorghum bicolor* L. Moench seeds under various abiotic stresses", *Plant Growth r Regulation.* 40 (2), pp. 157-162

GLINSKI J et J LIPIEC , 1990- Soil physical conditions and plant roots. Boca Raton (Florida), CRC Press.

GOPALAN C., SASTRI S.B.V., BALASUBRAMANIAN S., 2007- Nutritive value of Indian foods, National Institute of Nutrition (NIN), ICMR, India

GRANT M. et LAMB C., 2006- Systemic immunity. *Current Opinion in Plant Biology*, 9: 414-420.

GRIEVE C. M., SUAREZ D L., 1997- Purslane (*Portulaca oleracea* L) -a halophytic crop for drainage water reuse systems. *Plant Soil.* 192: 277-283.

GUTIERREZ C.M.A., TREJO L.C., LARQUE S.A., 1998- Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. *Plant Physiology and Biochemistry* Paris 36:563-565

-H-

HABIB, K.E., GOLD, P.W. et CHROUSOS, G.P., 2001- Neuroendocrinology of stress. *Endocrinol Metab Clin North Am.* Vol 30, pp. 695-728.

HAMADA AM, AL-HAKIMI AMA., 2001- Salicylic acid versus salinity-drought-induced stress on wheat seedlings. *Rostl Vyr* 47:444-450

HAMON S. & CHARRIER A., 1997- Les gombos. In : Amélioration des plantes tropicales. CIRAD et ORSTOM, pp.313-333.

HAMON S., KOECHLIN J., 1991- The reproductive biology of okra. 1. Study of the breeding system in four *Abelmoschus* species. *Euphytica*, 53: 41-48

HAMON S & KOECHLIN J, 1991- The reproductive biology of okra. 2. Self-fertilization kinetics in the cultivated okra (*Abelmoschus esculentus*), and consequences for breeding. Kluwer Academic Publishers. *Euphytica* 53: 49-55.

HAND SC, MENZE MA, TONER M, BOSWELL L, MOORE D., 2011- LEA proteins during water stress: not just for plants anymore. *Annu Rev Physiol* 73: 115-134

HANEN F., KSOURI R., MEGDICHE W., TRABELSI N., BOULAABA M., ABDELLY C., 2008- Effect of salinity on growth, leaf phenolic content and antioxidant scavenging activity at *Cynara cardunculus* L. In: Biosaline Agriculture and High salinity tolerance. ABDELLI C., OZTURK M., ASHRAF M., GRIGNON Y.C., (Eds). Birkhauser Verlag , Switzerland pp: 335- 343.

HAOUARI C.C, A H NASRAOUI, E CARRAYOL AND H GOUIA, 2013- Variations in a-, b-amylase and a-glycosidase activities in two genotypes of wheat under NaCl salinity stress. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 8(18), pp. 2038-2043.

HAQ IUL, A A KHAN, I A KHAN and M A AZMAT, 2012- Comprehensive screening and selection of okra (*Abelmoschus esculentus*) germplasm for salinity tolerance at the seedling stage and during plant ontogeny. *J Zhejiang Univ Sci B.* 13(7): 533-544.

HAQ UL, A A KHAN, F.M. AZHAR1 and E ULLAH, 2010- Genetic basis of variation for salinity tolerance In okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Pak. J. Bot.*, 42(3): 1567-1581

HELLER R., ESNAULT.R., LANCE.C., 1998- *Physiologie Végétale.* Tome 1 Nutrition. Paris ; 323 p.

HIGUCHI T., 1997- *Biochemistry and molecular biology of wood* [M]. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, p131-236.

HIRSCH RE, BD LEWIS, EP SPALDING AND MR SUSSMAN, 1998- "A Role for the AKT1 Potassium Channel in Plant Nutrition." *Science.* 8;280(5365):918-21

HOLLEMAN, A.F., WIBERG, E., 1985- Lehrbuch der Anorganischen Chemie. Berlin-New York 568-570.

HOPKINS, W.G. 2003 - Physiologie végétale. Edition de Boeck, Université de Bruxelles, Belgique, 532 p.

HUANG Y.C., Y.H. CHANG, Y.Y. SHAO., 2006- Effects of genotype and treatment on the antioxidant activity of sweet potato in Taiwan, Food Chem. 98: 529-538.

-J-

JAMIL, M. and E.S. RHO. 2004- The effect of salinity (NaCl) on the germination and seedling of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica oleracea* L.). Korean Journal of Plant Research 7: 226-232.

JANDA T., SZALAI G., TARI L., PALDI E., 1999- Hydroponic treatment with salicylic acid Decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants. Planta Berlin 208: 175-180

JAYAKANNAN M., BOSE J., BABOURINA O., RENGEL Z. et SHABALA S., 2013- Salicylic acid improves salinity tolerance in Arabidopsis by restoring membrane potential and preventing salt-induced K⁺ loss via a GORK channel. Journal of Experimental Botany, Vol. 64, No. 8: 2255–2268

MARCHEIX J-J., A. FLEURIET, J-J. MACHEIX, A. FLEURIET, C-J. ALLEMAND., 2005- Les composés phénoliques des végétaux: Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. PPUR presses polytechniques. Pp 216.

JOURDAN E., M ONGENA, P THONART, 2008- Caractéristiques moléculaires de l'immunité des plantes induite par les rhizobactéries non pathogènes. Biotechnol. Agron. Soc. Environ.12(4) : 437-449

JOUVE P., CORBIER- BARTUAUX C., CORNET A., 2002- Lutte contre la désertification dans les projets de développement: Un regard scientifique sur l'expérience de AFD en Afrique sub saharienne et au maghreb 162 p.

-K-

KARIMI G, GHORBANLI M, HEIDARI H, KHAVARI NEJAD RA, ASSAREH MH., 2005- The effect of NaCl on growth water relations, osmolytes and ion content in Kochia prostrate. Biol. Plant. 49: 301-304

KATE V. V. 2008- Physiological and biochemical studies in some medicinal plants: Tribulus terrestris L. and Pedalium murex L. Ph. D. Thesis submitted to Shivaji University, Kolhapur, Maharashtra, India.

KAUR N., GUPTA A. K., 2005- Signal transduction pathways under abiotic stress implants. Current Science, Vol.88, N°11, pp.1771-1779

- KEMBLE J.M., 1996-** Care of seedlings, Alabama, A and M university, Washington DC, USA.
- KHALILI M, HASANLOO T, TABAR SKK, RAHNAMA H , 2009-** Influence of exogenous salicylic acid on flavonolignans and lipoxygenase activity in the hairy root cultures of *Silybum marianum*. *Cell Biol. Int.* 33: 988-994.
- KHANDELWAL, S., UDIPI, S.A., GHUGRE, P., 2010-** Polyphenols and tannins in Indian pulses: Effect of soaking, germination and pressure cooking. *Food Research International*, 43 p 526-530.
- KHEDR, A.H.A., M.A. ABBAS, A.A.A. WAHID, W.P. QUICK and G.M. ABOGADALLAH, 2003-** Proline induces the expression of salt stress responsive proteins and may improve the adaptation of *Pancreaticum maritimum* L. to salt stress. *J. Exp. Bot.*, 54: 2553-2562.
- KIM D-O, SEUNG W.J., LEE C.Y., 2003-** Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food chemistry* 81:321-326.
- KIM D-O, SEUNG W.J., LEE H.J and C.Y., 2002-** Vitamin C Equivalent Antioxidant Capacity (VCAC) of phenolic phytochemicals *J. Agric. Food Chem.* 50: 3713-3717.
- KIM K. K., Y. S. SEO., J. E. KIM, S. K. SUNG, J. S. KWAN, G. AN , W. T. KIM., 2001-** Two polyphenol oxidases are differentially expressed during vegetative and reproductive development and in response to wounding in the Fuji apple. *Plant Science*, 161: 1145-1152.
- KIM Y H, M HAMAYUN, A L KHAN, CHAE I N, SANG M K, H H HAN and I-J LEE., 2009-** Exogenous application of plant growth regulators increased the total flavonoid content in *Taraxacum officinale* Wigg. *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (21), pp. 5727-5732
- KLARZYNSKI O., FRITIG B., 2001-** Stimulation des défenses naturelles des plantes. *C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie / Life Sciences* 324 : 953–963
- KOECHLIN J., 1989-** Les gombos africains - (*Abelmoschus spp.*) : Etude de la diversité En vue de l'amélioration. *Travaux et Documents Microfiches*.N° 72.F3. ORSTOM Editions.
- KOVÁČIK J, GRUZ J, BACKOR M, STRNAD M, REPCA M., 2009-** Salicylic acid induced changes to growth and phenolic metabolism in *Matricaria chamomilla* plants. *Plant Cell Rep.* 28:134-1432009
- KUKREJA S, NANDWAL AS, KUMAR N, SHARMA SK, UNVL V, SHARMA PK., 2005-** Plant water status, H₂O₂ scavenging enzymes, ethylene evolution and membrane integrity of *Cicer arietinum* roots as affected by salinity. *Biol. Plant.* 49: 305-308.

-L-

- LAFUENTE, M.T., SALA, J.M., ZACARIAS, L., 2004-** Active oxygen detoxifying enzymes and phenylalanine ammonia-lyase in the ethylene-induced chilling tolerance in citrus fruit. *J. Agric. Food Chem.* 52, 3606–3611.
- LANDAU S., SILANIKOVE N., NITSAN Z. et al., 2000-** Short –term changes in eating patterns explain the effects of condensed tannins on feed intake in heifers. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 69, 199-213.
- LARBI H., 2012-** Voyage culinaire Dégustez la m'loukhia des plaines de la Mitidja. Le soir d'Algérie. <http://www.lesoirdalgerie.com/articles/2012/02/04/article.php?id=129783&cid=52>.
- LARKINDALE J., HALL J.D., KNIGHT M.R., VIERLING E., 2005-** Heat stress phenotypes of *Arabidopsis* mutants implicate multiple signaling pathways in the acquisition of thermotolerance, *Plant Physiol.* 138: 882–897.
- LEE H., LEON J., RASKIN I., 1995-** Biosynthesis and metabolism of salicylic acid. *Proc Natl Acad. Sci. USA* 92: 4076–4079
- LEFEBVRE, V., 2005-** Caractérisation des gènes AtNCED impliqués dans la biosynthèse de l'acide abscissique dans la graine d'*Arabidopsis thaliana*. Thèse de PhD en Biologie cellulaire et moléculaire, INAPG, 101 pp.
- LEPENGUE et I MOUARAGADJA, B IBRAHIM, S AKE, B M'BATCHI, 2012-** Réponse du maïs (*Zea mays* var. LG 60) au stress salin : étude de la synthèse de quelques composés biochimiques. *Journal of Animal & Plant Sciences.* Vol. 14, Issue 1: 1866-1872
- LEVIGNERON A., LOPEZ F., VANSUYT G., BERTHOMIEU P., FOURCROY P., CASSE-DELBART F., 1995-** Les plantes face au stress salin. *Cahiers Agricultures.* 4 (4): 263-273.
- LINDSAY, W.L. 1979-** Chemical equilibria in soils. John Wiley and Sons, New York.
- LOPEZ M., HUMARA J.M., CASARES A., MAJADA J., 1999-** The effect of temperature and water stress on laboratory germination of *eucalyptus globules*. *Plant Physiol.* 94, 1616-1624.

-M-

- M'BAREK B., CHAABANE R, SDIRI H., MEDAHI M. L., SELMI M., 2001-** Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé. *Inst Nati de Rech Agro de Tunisie. Sécheresse.* Vol 12, N°3, p. 167-174.
- MAALEM S. et RAHMOUNE C., 2009-** Toxicity of the Salt and Pericarp Inhibition on the Germination of Some *Atriplex* Species. *American-Eurasian Journal of Toxicological Sciences* 1 (2): 43-49
- MAAROUF A .2000.** Dictionnaire botanique, les Phanérogames. Ed.Dunod. Pp 129.

- MACLEOD G. et AMES J. M., 1990.** Volatile components of starfruit. *Phytochemistry*. Oxford: Pergamon Press. 1990. Vol 29(1) p. 165-172.
- MAINASSARA Z. Allah, BOUAZIZ S., BOULBABA L., HEDI M. et AOUNI E., 2009-** Paramètres agronomiques liés à la tolérance au sel chez le haricot (*Phaseolus vulgaris* L). Vol 13 ,N°1.
- MANE A.V., G. D. SARATALE, B. A. KARADGE and J. S. SAMANT, 2011-** Studies on the effects of salinity on growth, polyphenol content and photosynthetic response in *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash. *Emir. J. Food Agric.* 23 (1): 59-70.
- MARTIN F., 1982-** Okra, potential multi-purpose crop for the temperate zones and tropics. *Economic Botany*, 36(3): 340-5.
- MCARTHUR C., SANSON G.D. 1993-** Nutritional effects and costs of tannin in two marsupial arboreal folivores. *Funct. Ecol.* 7, 697-703.
- MCCUE, P., Z. ZHENG, J.L. PINKHAM AND K. SHETTY. 2000-** A model for enhanced pea seedling vigor following low pH and salicylic acid treatments. *Proc. Biochem.*, 35: 603-613.
- MEHR Z.S., H. KHAJEH, S. E. BAHABADI, S. K. SABBAGH, 2012.** Changes on proline, phenolic compounds and activity of antioxidant enzymes in *Anethum graveolens* L. under salt stress. *International journal of Agronomy and Plant Production*. Vol., 3 (S), 710-715
- MERMOUD, A., 2006-** Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 23 p
- MIKOLAJCZYK M., AWOTUNDE O. S., MUSZYNSKA G., 2000-** Osmotic stress induces rapid activation of a salicylic acid-induced protein kinase and a homolog of protein kinase ASK1 in tobacco cell. *Plant Cell*, 12, 165–178.
- MISHRA A., CHOUDHURI M. A., 1999-** Effect of salicylic acid on heavy metal-induced membrane deterioration mediated by lipoxygenase in rice. *Biol. Plant*, 42, 409–415.
- MISIC D, SILER B, FLIPOVIC B, POPOVIC Z, ZIVKOVIC S, CVETIC T, MIJOVIC A., 2009-** Rapid selection of salt tolerant genotypes of the potentially medicinal plant *Centaurium maritimum*. *Arch. Biol. Sci. Belgrade* 61(1):57-69.
- MISRA N. and DWIVEDI U.N., 2004-** Genotypic difference in salinity tolerance of green gram cultivars. *Plant Science*, 166: 1135-1142.
- MISRA N. et SAXENA P., 2009-** Effect of salicylic acid on proline metabolism in lentil grown under salinity stress. *Plant Science*. Volume 177, Issue 3, Pages 181–189.

MORRIS K., S. A.-H. MACKERNES, T. PAGE ET AL., 2000- Salicylic acid has a role in regulating gene expression during leaf senescence. *Plant J.*, 23, 677–685.

MUTHUKUMARASAMY M., S.D. GUPTA, R. PANNERSELVAM, 2000- Enhancement of peroxidase, polyphenol oxidase and superoxide dismutase activities by tridimefon in NaCl stressed *Raphanus sativus* L, *Biol. Plant.* 43: 317-320.

-N-

NACZK M., F. SHAHIDI, 2004- Extraction and analysis of phenolics in food, *J. Chromatograph* 1054:95-111.

NANJO T., KOBAYASHI M., YOSHIBA Y., SANADA Y., WADA K., et al., 1999- Biological functions of proline in morphogenesis and osmotolerance revealed in antisense transgenic *Arabidopsis thaliana*. *The Plant Journal : For Cell and Molecular Biology* 18 : 185–93

NAVARRO J.M., FLORES P., C. GARRIDO, V. MARTINEZ, 2006- Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at ripening stages, as affected by salinity, *Food Chem.* 96: 66-73.

NAYYAR H., 2003- Accumulation of osmolytes and osmotic adjustment in water-stressed wheat (*Triticum aestivum*) and maize (*Zea mays*) as affected by calcium and its antagonists. *Environ Exp Bot* 50: 253–264.

NETTING A., 2002- pH, abscissic acid and the integration of metabolism in plants under stressed and non-stressed conditions –II- modifications in modes of metabolism induced by variation in the tension of the water column and by stress. *Journal of Experimental Botany* 53 (365): 151-173.

NOCTOR G., C.H. FOYER, 1998- Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control, *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 49: 249-279.

-O-

OMS, 1991- Fiches modèles OMS d'information à l'usage des prescripteurs. Médicaments utilisés en anesthésie. Organisation Mondiale de Santé. Genève.

OUIS M. et BELKHODJA M., 2012- Réponse protéique d'une halophyte face aux stress salin. *Algerian journal of arid environment.* vol. 2, n°1 :16-24.

OULD MOHAMDI M., D BOUYA et Ali OULD MOHAMED S., 2011- Etude de l'effet du stress salin (NaCl) chez deux variétés de tomate (Campbell 33 et Mongal). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(3): 860-900.

-P-

- PACHECO A.C., C D S CABRAL, É S DA S FERMINO and C C ALEMAN, 2013-** Salicylic acid-induced changes to growth, flowering and flavonoids production in marigold plants. *Journal of Medicinal Plant Research*. Vol. 7(42), pp. 3158-3163.
- PANCHEVA TV, POPOVA LP, UZUNOVA AN. 1996-** Effects of salicylic acid on growth and photosynthesis in barley plants. *Journal of Plant Physiology* 149: 57-63
- PARENT C., CAPELLI C. et DAT J., 2008.** Formes réactives de l'oxygène, stress et mort cellulaire chez les plantes. Académie des sciences. Elsevier Masson SAS. C. R. Biologies 331 : 255–261
- PARIDA A., DAS A.B., DAS P., 2002-** NaCl stress causes changes in photosynthetic pigments, proteins and other metabolic components in the leaves of a true mangrove, *Bruguiera arvilla*, in hydroponic cultures. *J. Plant Biol.* 45, 28–36.
- PIRASTEH-ANOSHEH H et EMAM Y., 2012-** Manipulation of morphophysiological traits in bread and durum wheat by using PGRs at different water regimes. *J Crop Prod Process* 5: 29–45.
- GRUBBEN G.J.H. & DENTON O.A., 2004-** Ressources végétales de l'Afrique tropicale 2 : légumes. [Traduction de : Plant resources of Tropical Africa 2. Vegetables. 2004]. Foundation PROTA, Wageningen, Pays-Bas/Buckhuys Publishers, Leiden, Pays-Bas/ CTA, Wageningen, Pays-Bas. Pp 737.

-R-

- RAJASEKARAN L., STILES R., SURETTE A., STURZ M.A.,BLAKE A.V., CALDWELL T.J., NOWAK J. , 2002-** Stand establishment technologies for processing Carrots: effects of various temperature regimes on germination and the role of salicylates in promoting germination at low temperatures. *Can J Plant Sci.* 82, 443-450.
- RAMAGOPAL S., 1987-** Salinity stress induced tissue. Specific proteins in barley seedlings. *Plant Physiol.* 84: 324-331.
- RAPEANU G., A. VAN LOEY, C. SMOUT, M. HENDRICKX, 2006-** Biochemical characterisation and process stability of polyphenoloxidase extracted from Victoria grapes (*Vitis Vinifera* ssp. Sativa) *Food Chem.*, 94: 253-261.
- RASANEN, L- A., 2002-** Biotic and abiotic factors influencing the development of N₂-fixing symbioses between rhizobia and the woody legumes *Acacia* and *Prosopis*. Academic dissertation in microbiology. Helsinki. Thesis. 80Pp.

- RASKIN I., 1992-** Role of salicylic acid in plants. *Annu. Rev. Plant Physiology Plant Mol. Biol.*, 43, 439–463.
- RASKIN LA; EHRNANN W; MELANDER R et MEEUSE B J D. 1987 -** Salicylic acid: A natural inducer of heat production in *Arum lilies*. *Scien* 237(4822):1601-1602.
- RASKIN, I., 1992-** Salicylate, a new plant hormone. *Plant Physiology*, 99: 799-803.
- REZAZADEH A., GHASEMNEZHAD A., BARANI M. et TELMADARREHEI T., 2012-** Effect of salinity on phenolic composition and antioxidant activity on Artichoke (*Cynara scolymus* L.) leaves. *Res. J. Med. Plant*, 6: 245-252.
- 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.
- RUBATZKY, V.E. AND M. YAMAGUCHI. 1997-** World vegetables: principles, production and nutritive values. Chapman and Hall, London.
- RUBIO S., LYNNE W.T.R., GRAHAM L.I.A. and RODRIGUEZ P.L., 2008-** The Coenzyme A Biosynthetic Enzyme Phosphopantetheine Adenylyltransferase Play a Crucial Role in Plant Growth, Salt/Osmotic Stress Resistance, and Seed Lipid Storage. *Plant Physiol.* 148: 546-556.
- RYALS J.A., NEUENSCHWANDER U.H., WILLITS M.G., MOLINA A., STEINER H.Y. ET HUNT M.D., 1996-** Systemic acquired resistance. *The Plant Cell*, 8, 1809-1819.
- S-
- SAHARAN, K., KHETARPAUL, N., BISHNOI, S., 2002-** Antinutrients and protein digestibility of Faba bean and Rice bean as affected by soaking, dehulling and germination. *Journal of Food Science and Technology*, 39, 418–422.
- SAILAJA K. and SUJATHA B., 2013-** Impact of salt stress (NaCl) on pigments, phenols and flavonoids in C4 (*Sorghum bicolor*) and C3 (*Oryza sativa*) cultivars. *International Journal of Biological & Pharmaceutical Research*. 4(5): 361-367.
- SAJID Z.A. et AFTAB F., 2012-** Role of salicylic acid in amelioration of salt tolerance in potato (*solanum tuberosum* l.) Under in vitro conditions. *Pak. J. Bot.*, 44: 37-42,
- SAKHABUTDINOVA A. R., FATKHUTDINOVA D. R., BEZRUKOVA M. V. et SHAKIROVA F. M., 2003-** Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. *BULG. J. PLANT PHYSIOL., SPECIAL ISSUE*, 314–319.
- SAVELLO, P.A., F.W. MARTIN AND J.M. HILL, 1982-** Nutritional composition of okra seed meal. *J. Agr. Food. Chem.*, 28: 1163-1166

- SECK A., 1991-** Okra germplasm evaluation in Senegal. Workshop on okra genetic resources. In Report of an international workshop on okra genetic resources held at the National Bureau for Plant Genetic Resources, International Crop Network Series N°5., Rome : IBPGR.
- SEKI M., UMEZAWA T., URANO K., SHINOZAKI K., 2007-** Regulatory metabolic networks in drought stress responses. *Current Opinion in Plant Biology* 10 : 296–302,
- SENARATNA T., TOUCHELL D., BUNN E., DIXON K., 2000-** Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plant. *Plant Growth Regulation*, 30, 157–161.
- SFA. Société Française des Antioxydants .2005-** Conte rendu de la conférence polyphénols. Institut des corps gras. ITERG
- SHAH J., 2003.** The salicylic acid loop in plant defense. *Current Opinion in Plant Biology*, 6, 365-371.
- SHAH, J., KACHROO, P., KLESSIG, D., 1999.** The Arabidopsis *ssi1* mutation restores PR gene expression in SA-Insensitive (*npr1*) plants and renders PDF1.2 (Defensin) gene expression SA dependent. *Plant Cell*, 11:191-206.
- SHAHID M.A., PERVEZ M.A., BALAL R.M., AHMED R., et al., 2011.** Salt stress effects on some morphological and physiological characteristics of okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Soil Environment*. 30(1): 66-73
- SHAKEEL S. and MANSOOR S., 2012-** Pretreatment Effect of Salicylic Acid on Protein and Hydrolytic Enzymes in Salt Stressed Mung Bean Seedlings. *Asian Journal of Agricultural Sciences* 4(2): 122-125
- SHAKIROVA F. M., 2007-** Role of hormonal system in the Manifestation of growth promoting And antistress action of salicylic Acid. S. Hayat and A. Ahmad (eds.), *Salicylic Acid– A Plant Hormone*, 69–89.
- SHAKIROVA F.M., BEZRUKOVA M.V., 1997-** Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid. *Biology Bulletin*, 24, 109–112.
- SHAKIROVA, F.M., A.R. SAKHABUTDINOVA, V. BEZRUKOVA, R.A. FATKHUTDINOVA AND D.R. FATKHUTDINOVA. 2003-** Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Sci.*, 164: 317-322.
- SIEMONSMA J. S., 1982-** West african okra - morphological and cytogenetical indications for the existence of a natural amphidiploid of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench and *A. manihot* (L.) Medikus. *Euphytica* 31: 241-252.
- SILANIKOVE N., GILBOA N., NIR I. et al 1996-** Effects of a daily supplementation of polyethylene glycol on intake and digestion of tannin-containing leaves (*Quercus calliprinos*, *Pistacia lentiscus* and *Ceratonia siliqua*) by goats. *J. Agr. Food. Chem.*, 44, 199-205.

- SINGH A.K., 2004-** The physiology of salt tolerance in four genotypes of chickpea during germination. *J. Agric. Sci. Technol.* 6: 87-93.
- SINGH B, USHA K., 2003-** Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. *Plant Growth Regul* 39: 137–141
- SINGH P., DASGUBTA S. K. et TRIPATHI S. K. 2005-** Hybrid Vegetable Development. Ed. Routledge.441 Pp
- SOSA L., LLANES A., REINOSO H., REGINATO M. and LUNA V. ,2005-** Osmotic and specific ion effect on the germination of *Prosopis strombulifera*. *Ann. Bot.* 96:261-267. SUN Haolin, LAURA, BIEDERMANN Tami C. ,2007- Bond. Color of brown carbon: A model for ultraviolet and visible light absorption by organic carbon aerosol. *Geophysical research letters*, 117813, 5:34.
- SREENIVASULU N., B. GRIMM, U. WOBUS, W. WESCHKE, 2000-** Differential response of antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensitive seedlings of foxtail millet (*Setaria italica*), *Physiol. Plant* 109: 435-442.
- SRIVASTAVA M.K., DWIVEDI U.N., 2000-** Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant Science*, 158, 87–96.
- SUN X., D. H. XI, H. FENG, J. B. DU, T. LEI, H. G. LIANG, AND H. H Lin, 2009-** The Dual Effects of Salicylic Acid on Dehydrin Accumulation in Water-Stressed Barley Seedlings. *Russian Journal of Plant Physiology*, Vol. 56, No. 3, pp. 348–354.
- SYMARAYTIS S, NEIGROTIU I, JACOBS M., 1992-** Salt and water resistant mutant isolated from potato plants of *Nicotiana plumbaginifolia* (Viviani). *Med. Fac. Landouw Univ. Gent* 57/4a, 1507-1516.
- T-
- TAILOUR A.G. et HARMAN G.E., 1988-** Photopathology. Leonard Hill. London, UK.
<http://www.plantanswers.com/gardencolumn/june03/2.html>
- TAKAHAMA U., 2004-** Oxidation of vacuolar and apoplastic phenolic substrates by peroxidase: physiological significance of the oxidation reactions. *Phytochemistry Reviews* 3: 207–219.
- TAMMAM A.A., M F ABOU ALHAMD and M M HEMEDA, 2008-** Study of salt tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivar Banysoif 1. *Australian Journal of Crop Science Southern Cross Journals*© 1(3):115-125
- TATTINI M., D REMORINI, P PINELLI, G AGATI, E SARACINI, M L TRAVERSI and R MASSAI, 2006-** Morpho-anatomical, physiological and biochemical adjustments in response to root zone salinity stress and high solar radiation in two Mediterranean evergreen shrubs, *Myrtus communis* and *Pistacia lentiscus*. *Journal compilation* © New Phytologist.
- THAMIR S.A., CAMPBELL W.F and RUMBAUGH M.D., 1992-** Response of Alfalfa cultivar to salinity during germination and post germination. *Growth Crop Science*; 32: 976-80.

TLIG, T., M. GORAI et M. NEFFATI, 2008- Germination responses of *Diplotaxis harra* to temperature and salinity. *Flora-Morphol. Distrib. Funct. Ecol. Plants*, 203: 421-428

TOMANEK L. et G N. SOMERO, 2002- Interspecific- and acclimation-induced variation in levels of heat-shock proteins 70 (hsp70) and 90 (hsp90) and heat-shock transcription factor-1 (HSF1) in congeneric marine snails (*genus Tegula*): implications for regulation of hsp gene expression. *The Journal of Experimental Biology* 205, 677–685.

TUFAIL A., M ARFANI, A. R. GURMANI, A KHAN and A BANO., 2103- salicylic acid induced salinity tolerance in maize (*zea mays*). *Pak. J. Bot.*, 45(S1): 75-82.

-U-

UZUNOVA A.N., POPOVA L.P., 2000- Effect of salicylic acid on leaf anatomy and chloroplast ultrastructure of barley plants. *Photosynthetica Prague* 38: 243-250.

-V-

VANACKER H, Lu H, RATE DN, GREENBERG JT, 2001- A role for salicylic acid and NPR1 in regulating cell growth in *Arabidopsis*. *Plant Journal* 28: 209-216

VANDENABEELE S., VAN DER KELEN K., DAT J., GADJEV I., BOONEFAES T., MORSA S., ROTTIERS P., SLOOTEN L., VAN MONTAGU M., ZABEAU M., INZE D., VAN BREUSEGEM F., 2003- A comprehensive analysis of hydrogen peroxide-induced gene expression in tobacco, *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 100:16113–16118.

VARMUDY V., 2011- Marking survey need to boost okra exports. Department of economics, Vivekananda College, Puttur, Karnataka, India

VASYUKOVA, N.I., OZERETSKOVSKAYA, O.L., 2007- Induced Plant Resistance and Salicylic Acid: A Review. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 43: 367–373.

VINCENT, R., 2006- Recherche et étude de marqueurs moléculaires de la réponse au stress chez l'algue brune *Laminaria digitata*. Thèse de doctorat. Biologie. Université de Rennes 1.

-W-

WANG H, X SHAN, T LIU, Y XIE, B WEN, S ZHANG, F HAN AND M GENUCHTEN 2007- "Organic acids enhance the uptake of lead by wheat roots." *Planta*. 225:1483–1494.

WARING R.H. et PITMAN G.B., 1985- Modifying lodgepole pine stands to change susceptibility to mountain pine beetle attack. *Ecology*, 66: 889-897.

- WENG, J.-K., and CHAPPLE C., 2010-** The origin and evolution of lignin biosynthesis. *New Phytol.* 187, 273-285.
- WONG C.C., LI H.B., CHENG K.W. et CHEN F., 2006-** A systematic survey of antioxidant activity of 30 Chinese medicinal plants using the ferric reducing antioxidant power assay. *Food Chem.*, 97: 705-711.
- Y-
- YALPANI N, SILVERMAN P, WILSON TM, KLEIER DA, RASKIN I., 1991-** Salicylic acid is a systemic signal and an inducer of pathogenesis-related proteins in virus-infected tobacco. *Plant Cell* 3: 809-818
- YALPANI N. AND RASKIN I. 1993-** Salicylic acid : a systemic signal in induced plant disease resistance. *Trends Microbiol.* 3, 88-92.
- YAMASAKI H, SAKIHAMA Y, IKEHARA N., 1997-** Flavonoid-peroxidase reaction as a detoxification mechanism of plant cell against H₂O₂. *Plant Physiology* 115: 1405–1417.
- YOUNIS SA; SHAHATHA HA.; HAGOP PG.; AL-RAWI FI., 1991-** Effect of salinity the viability of rice seeds. *Plant Growth, Drought and Salinity in the Arab Region*, pp.235-244.
- Z-
- ZAGO E., MORSA S., DAT J.F., ALARD P., FERRARINI A., INZE D., DELLEDONNE M., VAN BREUSEGEM F., 2006-** Nitric oxide- and hydrogen peroxide-responsive gene regulation during cell death induction in tobacco, *Plant Physiol.* 141: 404–411.
- ZAHRA S., B AMIN, V SEID M ALI, Y ALI AND Y MEHDI1, 2010-** The salicylic acid effect on the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sugar, protein and proline contents under salinity stress (NaCl). *Journal of Biophysics and Structural Biology* Vol.2(3) , pp. 35-41
- ZEMANI N., 2009-** Réponse de la germination des graines du Gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) à l'action combinée de la salinité et de la gibbérelline (GA3). Mémoire magister univ Oran.
- ZHOU X.M., MACKENZIE A.F., MADRAMOOTOO C.A. and SMITH D.L., 1999-** Effects of stem-injected plant growth regulators, with or without sucrose, on grain production, biomass and photosynthetic activity of field-grown corn plants. *Journal of Agronomy and Crop Science* 183: 103-110
- ZHU D., J.D. SCANDALIO, 1994-** Differential accumulation of manganese-superoxide dismutase transcripts in maize in response to abscisic acid and high osmoticum, *Plant Physiol.* 106 : 173-178.
- ZHU J.K., 2000-** Genetic analysis of plant tolerance using Arabidopsis, *Plant Physiol.* 124: 941-948.
- ZHU, J.-K., 2002-** Salt and drought stress signal transduction in plants. *An. Rev. of Plant Biol.* 53: 247- 73.

ANNEXES

ClicQuint.com

Annexe 1 - Traitements statistiques des résultats du paramètre Précocité à la germination des graines de gombo

Tableau 1 – Les statistiques descriptives de la précocité de germination du Lot I

	NaCl	AS	Moyenne	Ecart-type	N
Précocité de Germination Lot I	50 mM NaCl	0 mM AS	73.33	5.774	3
		0.05 mM AS	80.00	10.000	3
		0.25 mM AS	36.67	5.774	3
		0.5 mM AS	3.33	5.774	3
		Total	48.33	32.706	12
	100 mM NaCl	0 mM AS	53.33	5.774	3
		0.05 mM AS	76.67	20.817	3
		0.25 mM AS	56.67	25.166	3
		0.5 mM AS	6.67	5.774	3
		Total	48.33	30.401	12
	150 mM NaCl	0 mM AS	3.33	5.774	3
		0.05 mM AS	0.00	0.000	3
		0.25 mM AS	0.00	0.000	3
		0.5 mM AS	0.00	0.000	3
		Total	0.83	2.887	12
	200 mM NaCl	0 mM AS	0.00	0.000	3
		0.05 mM AS	0.00	0.000	3
		0.25 mM AS	0.00	0.000	3
		0.5 mM AS	0.00	0.000	3
		Total	0.00	0.000	12
Total	0 mM AS	32.50	33.337	12	
	0.05 mM AS	39.17	42.095	12	
	0.25 mM AS	23.33	27.743	12	
	0.5 mM AS	2.50	4.523	12	
	Total	24.38	32.480	48	

Tableau 2 - Comparaison des moyennes du Facteur NaCl pour le paramètre précocité à la germination des graines de gombo du Lot 1 selon le test Tukey à 5%.

NaCl	Moyenne	Groupes Homogènes	
200	0.00000	A	
150	0.83333	A	
100	48.33333		B
50	48.33333		B

Tableau 3 - Comparaison des moyennes du Facteur AS pour le paramètre précocité à la germination des graines de gombo du Lot 1 selon le test Tukey à 5%.

AS	Moyenne	Groupes Homogènes		
0.5	2.50000			C
0.25	23.33333	A		
0	32.50000	A	B	
0.05	39.16667		B	

Tableau 4 - Comparaison des moyennes du Facteur NaCl-AS pour le paramètre précocité à la germination des graines de gombo du Lot 1 selon le test Tukey à 5%.

NaCl	AS	Moyenne	Groupes Homogènes		
200	0.25	0.00000	A		
200	0.05	0.00000	A		
150	0.05	0.00000	A		
200	0	0.00000	A		
150	0.5	0.00000	A		
150	0.25	0.00000	A		
200	0.5	0.00000	A		
50	0.5	3.33333	A		
150	0	3.33333	A		
100	0.5	6.66667	A		
50	0.25	36.66667		B	
100	0	53.33333		B	C
100	0.25	56.66667		B	C
50	0	73.33333			C
100	0.05	76.66667			C
50	0.05	80.00000			C

Tableau 5 – Les statistiques descriptives de la précocité de germination du **Lot II**

	NaCl	AS	Moyenne	Ecart-type	N
Précocité à la Germination Lot2	50 mM NaCl	0 mM AS	93.33	5.774	3
		0.05 mM AS	86.67	11.547	3
		0.25 mM AS	63.33	5.774	3
		0.5 mM AS	70.00	17.321	3
		Total	78.33	15.859	12
	100 mM NaCl	0 mM AS	96.67	5.774	3
		0.05 mM AS	93.33	11.547	3
		0.25 mM AS	86.67	15.275	3
		0.5 mM AS	16.67	5.774	3
		Total	73.33	35.505	12
	150 mM NaCl	0 mM AS	0.00	0.000	3
		0.05 mM AS	3.33	5.774	3
		0.25 mM AS	0.00	0.000	3
		0.5 mM AS	0.00	0.000	3
		Total	0.83	2.887	12
	200 mM NaCl	0 mM AS	0.00	0.000	3
		0.05 mM AS	0.00	0.000	3
		0.25 mM AS	0.00	0.000	3
		0.5 mM AS	0.00	0.000	3
		Total	0.00	0.000	12
Total	0 mM AS	47.50	49.749	12	
	0.05 mM AS	45.83	46.799	12	
	0.25 mM AS	37.50	40.704	12	
	0.5 mM AS	21.67	30.994	12	
	Total	38.13	42.559	48	

Tableau 6 - Comparaison des moyennes du Facteur NaCl pour le paramètre précocité à la germination des graines de gombo du Lot 2 selon le test Tukey à 5%.

NaCl	Moyenne	Groupes Homogènes	
200	0.00000	A	
150	0.83333	A	
100	73.33333		B
50	78.33333		B

Tableau 7 - Comparaison des moyennes du Facteur AS pour le paramètre précocité à la germination des graines de gombo du Lot 2 selon le test Tukey à 5%.

AS	Moyenne	Groupes Homogènes		
0.5	21.66667			C
0.25	37.50000	A		
0.05	45.83333	A	B	
0	47.50000		B	

Tableau 8 - Comparaison des moyennes du Facteur NaCl-AS pour le paramètre précocité à la germination des graines de gombo du Lot 2 selon le test Tukey à 5%.

NaCl	AS	Moyenne	Groupes Homogènes			
200	50	0.00000	A			
150	50	0.00000	A			
150	0	0.00000	A			
200	0	0.00000	A			
200	5	0.00000	A			
200	25	0.00000	A			
150	25	0.00000	A			
150	5	3.33333	A			
100	50	16.66667	A			
50	25	63.33333		B		
50	50	70.00000		B	C	
50	5	86.66667		B	C	D
100	25	86.66667		B	C	D
50	0	93.33333			C	D
100	5	93.33333			C	D
100	0	96.66667				D

Annexe 2 - Traitements statistiques des résultats du paramètre Taux final de germination des graines de gombo

Tableau 9 - Les statistiques descriptives de taux final de germination

	NaCl	AS	Moyenne	Ecart-type	N
Taux final de Germination Lot1	50 mM NaCl	0 mM AS	100.00	0.000	3
		0.05 mM AS	100.00	0.000	3
		0.25 mM AS	100.00	0.000	3
		0.5 mM AS	36.67	11.547	3
		Total	84.17	29.064	12
	100 mM NaCl	0 mM AS	96.67	5.774	3
		0.05 mM AS	100.00	0.000	3
		0.25 mM AS	96.67	5.774	3
		0.5 mM AS	23.33	15.275	3
		Total	79.17	34.499	12
	150 mM NaCl	0 mM AS	93.33	5.774	3
		0.05 mM AS	66.67	25.166	3
		0.25 mM AS	20.00	10.000	3
		0.5 mM AS	16.67	15.275	3
		Total	49.17	36.296	12
	200 mM NaCl	0 mM AS	20.00	10.000	3
		0.05 mM AS	30.00	26.458	3
		0.25 mM AS	16.67	5.774	3
		0.5 mM AS	30.00	10.000	3
		Total	24.17	14.434	12
Total	0 mM AS	77.50	35.194	12	
	0.05 mM AS	74.17	33.967	12	
	0.25 mM AS	58.33	42.176	12	
	0.5 mM AS	26.67	13.707	12	
	Total	59.17	37.859	48	

Tableau 10 - Comparaison des moyennes du Facteur NaCl pour le taux final de germination des graines de gombo du Lot 1 selon le test Tukey à 5%.

NaCl	Moyennes	Groupes Homogènes		
200	24.16667		B	
150	49.16667			C
100	79.16667	A		
50	84.16667	A		

Tableau 11 - Comparaison des moyennes du Facteur AS pour le paramètre le taux final de germination des graines de gombo du Lot 1 selon le test Tukey à 5%.

AS	Moyennes	Groupes Homogènes		
0.5	26.66667		B	
0.25	58.33333			C
0.05	74.16667	A		
0	77.50000	A		

Tableau 12 - Comparaison des moyennes du Facteur NaCl-AS pour le paramètre le taux final de germination des graines de gombo du Lot 1 selon le test Tukey à 5%.

NaCl	AS	Moyenne	Groupes Homogènes		
200	0.25	16.6667	A		
150	0.5	16.6667	A		
200	0	20.0000	A		
150	0.25	20.0000	A		
100	0.5	23.3333	A		
200	0.5	30.0000	A	B	
200	0.05	30.0000	A	B	
50	0.5	36.6667	A	B	
150	0.05	66.6667		B	C
150	0	93.3333			C
100	0	96.6667			C
100	0.25	96.6667			C
50	0.25	100.0000			C
50	0.05	100.0000			C
50	0	100.0000			C
100	0.05	100.0000			C

Tableau 13 – Les statistiques descriptives du taux final de germination du lot 2

	NaCl	AS	Moyenne	Ecart-type	N
Taux final de Germination Lot2	50 mM NaCl	0 mM AS	100.00	.000	3
		0.05 mM AS	100.00	.000	3
		0.25 mM AS	100.00	.000	3
		0.5 mM AS	100.00	.000	3
		Total	100.00	.000	12
	100 mM NaCl	0 mM AS	100.00	.000	3
		0.05 mM AS	100.00	.000	3
		0.25 mM AS	90.00	10.000	3
		0.5 mM AS	30.00	10.000	3
		Total	80.00	31.042	12
	150 mM NaCl	0 mM AS	86.67	5.774	3
		0.05 mM AS	30.00	10.000	3
		0.25 mM AS	56.67	15.275	3
		0.5 mM AS	46.67	11.547	3
		Total	55.00	23.549	12
	200 mM NaCl	0 mM AS	16.67	5.774	3
		0.05 mM AS	.00	.000	3
		0.25 mM AS	6.67	11.547	3
		0.5 mM AS	3.33	5.774	3
		Total	6.67	8.876	12
Total	0 mM AS	75.83	36.296	12	
	0.05 mM AS	57.50	45.950	12	
	0.25 mM AS	63.33	39.158	12	
	0.5 mM AS	45.00	37.538	12	
	Total	60.42	40.210	48	

Tableau 14 - Comparaison des moyennes du Facteur NaCl pour le taux final de germination des graines de gombo du Lot 2 selon le test Tukey à 5%.

NaCl	Moyennes	Groupes Homogènes			
200	6.6667	A			
150	55.0000		B		
100	80.0000			C	
50	100.0000				D

Tableau 15 - Comparaison des moyennes du Facteur AS pour le taux final de germination des graines de gombo du Lot 2 selon le test Tukey à 5%.

AS	Moyennes	Groupes Homogènes		
0.5	45.00000		B	
0.05	57.50000	A		
0.25	63.33333	A		
0	75.83333			C

Tableau 16 - Comparaison des moyennes du Facteur NaCl-AS pour le taux final de germination des graines de gombo du Lot 2 selon le test Tukey à 5%.

NaCl	AS	Moyenne	Groupes Homogènes				
200	0.05	0.0000	A				
200	0.5	3.3333	A				
200	0.25	6.6667	A				
200	0	16.6667	A	B			
100	0.5	30.0000		B	C		
150	0.05	30.0000		B	C		
150	0.5	46.6667			C	D	
150	0.25	56.6667				D	
150	0	86.6667					E
100	0.25	90.0000					E
100	0	100.0000					E
50	0.5	100.0000					E
50	0.25	100.0000					E
50	0.05	100.0000					E
50	0	100.0000					E
100	0.05	100.0000					E

Annexe 3 - Traitements statistiques des résultats du paramètre cinétique de germination des graines de gombo

Tableau 17 – Les statistiques descriptives de la cinétique de germination du Lot 1

	date	NaCl	AS	Moyenne	Ecart-type	N	
Cinétique1	jour1	50 mM NaCl	0 mM AS	73.3333	5.77350	3	
			0.05 mM AS	80.0000	10.00000	3	
			0.25 mM AS	36.6667	5.77350	3	
			0.5 mM AS	3.3333	5.77350	3	
			Total	48.3333	32.70622	12	
		100 mM NaCl	0 mM AS	53.3333	5.77350	3	
			0.05 mM AS	76.6667	20.81666	3	
			0.25 mM AS	56.6667	25.16611	3	
			0.5 mM AS	6.6667	5.77350	3	
			Total	48.3333	30.40136	12	
		150 mM NaCl	0 mM AS	3.3333	5.77350	3	
			0.05 mM AS	0.0000	0.00000	3	
			0.25 mM AS	0.0000	0.00000	3	
			0.5 mM AS	0.0000	0.00000	3	
			Total	0.8333	2.88675	12	
		200 mM NaCl	0 mM AS	0.0000	0.00000	3	
			0.05 mM AS	0.0000	0.00000	3	
			0.25 mM AS	0.0000	0.00000	3	
			0.5 mM AS	0.0000	0.00000	3	
			Total	0.0000	0.00000	12	
		Total	0 mM AS	32.5000	33.33712	12	
			0.05 mM AS	39.1667	42.09477	12	
			0.25 mM AS	23.3333	27.74341	12	
			0.5 mM AS	2.5000	4.52267	12	
			Total	24.3750	32.47954	48	
		jour2	50 mM NaCl	0 mM AS	96.6667	5.77350	3
				0.05 mM AS	100.0000	0.00000	3
				0.25 mM AS	90.0000	0.00000	3
0.5 mM AS	16.6667			15.27525	3		
Total	75.8333			36.54594	12		
100 mM NaCl	0 mM AS		93.3333	5.77350	3		
	0.05 mM AS		100.0000	0.00000	3		
	0.25 mM AS		90.0000	17.32051	3		
	0.5 mM AS		6.6667	5.77350	3		
	Total		72.5000	40.70403	12		

jour3	150 mM NaCl	0 mM AS	43.3333	20.81666	3
		0.05 mM AS	36.6667	15.27525	3
		0.25 mM AS	3.3333	5.77350	3
		0.5 mM AS	10.0000	10.00000	3
		Total	23.3333	21.46173	12
	200 mM NaCl	0 mM AS	3.3333	5.77350	3
		0.05 mM AS	13.3333	23.09401	3
		0.25 mM AS	3.3333	5.77350	3
		0.5 mM AS	0.0000	0.00000	3
		Total	5.0000	11.67748	12
	Total	0 mM AS	59.1667	41.44182	12
		0.05 mM AS	62.5000	41.80583	12
		0.25 mM AS	46.6667	45.99078	12
		0.5 mM AS	8.3333	10.29857	12
		Total	44.1667	42.46818	48
	50 mM NaCl	0 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.05 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.25 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.5 mM AS	20.0000	10.00000	3
		Total	80.0000	36.43175	12
	100 mM NaCl	0 mM AS	96.6667	5.77350	3
		0.05 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.25 mM AS	96.6667	5.77350	3
		0.5 mM AS	10.0000	10.00000	3
Total		75.8333	40.10403	12	
150 mM NaCl	0 mM AS	80.0000	10.00000	3	
	0.05 mM AS	53.3333	23.09401	3	
	0.25 mM AS	10.0000	10.00000	3	
	0.5 mM AS	3.3333	5.77350	3	
	Total	36.6667	34.98918	12	
200 mM NaCl	0 mM AS	10.0000	10.00000	3	
	0.05 mM AS	23.3333	32.14550	3	
	0.25 mM AS	6.6667	11.54701	3	
	0.5 mM AS	23.3333	15.27525	3	
	Total	15.8333	18.31955	12	
Total	0 mM AS	71.6667	38.57303	12	
	0.05 mM AS	69.1667	38.00917	12	
	0.25 mM AS	53.3333	47.54583	12	
	0.5 mM AS	14.1667	12.40112	12	
	Total	52.0833	42.32389	48	

jour4	50 mM NaCl	0 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.05 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.25 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.5 mM AS	23.3333	11.54701	3
		Total	80.8333	35.02164	12
	100 mM NaCl	0 mM AS	96.6667	5.77350	3
		0.05 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.25 mM AS	96.6667	5.77350	3
		0.5 mM AS	23.3333	15.27525	3
		Total	79.1667	34.49857	12
	150 mM NaCl	0 mM AS	86.6667	5.77350	3
		0.05 mM AS	66.6667	25.16611	3
		0.25 mM AS	10.0000	10.00000	3
		0.5 mM AS	16.6667	15.27525	3
		Total	45.0000	36.55631	12
	200 mM NaCl	0 mM AS	13.3333	11.54701	3
		0.05 mM AS	26.6667	28.86751	3
		0.25 mM AS	13.3333	5.77350	3
		0.5 mM AS	30.0000	10.00000	3
		Total	20.8333	16.21354	12
Total	0 mM AS	74.1667	37.52777	12	
	0.05 mM AS	73.3333	35.50501	12	
	0.25 mM AS	55.0000	45.62695	12	
	0.5 mM AS	23.3333	12.30915	12	
	Total	56.4583	39.75936	48	
jour5	50 mM NaCl	0 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.05 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.25 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.5 mM AS	36.6667	11.54701	3
		Total	84.1667	29.06367	12
	100 mM NaCl	0 mM AS	96.6667	5.77350	3
		0.05 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.25 mM AS	96.6667	5.77350	3
		0.5 mM AS	23.3333	15.27525	3
		Total	79.1667	34.49857	12
	150 mM NaCl	0 mM AS	93.3333	5.77350	3
		0.05 mM AS	66.6667	25.16611	3
		0.25 mM AS	20.0000	10.00000	3
		0.5 mM AS	16.6667	15.27525	3
		Total	49.1667	36.29634	12

	200 mM NaCl	0 mM AS	20.0000	10.00000	3	
		0.05 mM AS	30.0000	26.45751	3	
		0.25 mM AS	16.6667	5.77350	3	
		0.5 mM AS	30.0000	10.00000	3	
		Total	24.1667	14.43376	12	
	Total	0 mM AS	77.5000	35.19427	12	
		0.05 mM AS	74.1667	33.96745	12	
		0.25 mM AS	58.3333	42.17568	12	
		0.5 mM AS	26.6667	13.70689	12	
		Total	59.1667	37.85939	48	
	Total	50 mM NaCl	0 mM AS	94.0000	11.21224	15
			0.05 mM AS	96.0000	9.10259	15
			0.25 mM AS	85.3333	25.59762	15
			0.5 mM AS	20.0000	14.63850	15
			Total	73.8333	35.41960	60
	100 mM NaCl	0 mM AS	87.3333	18.30951	15	
		0.05 mM AS	95.3333	12.45946	15	
		0.25 mM AS	87.3333	20.16598	15	
		0.5 mM AS	14.0000	12.42118	15	
		Total	71.0000	36.90115	60	
	150 mM NaCl	0 mM AS	61.3333	36.22680	15	
		0.05 mM AS	44.6667	30.90693	15	
		0.25 mM AS	8.6667	9.90430	15	
		0.5 mM AS	9.3333	11.62919	15	
Total		31.0000	33.48159	60		
200 mM NaCl	0 mM AS	9.3333	10.32796	15		
	0.05 mM AS	18.6667	23.86470	15		
	0.25 mM AS	8.0000	8.61892	15		
	0.5 mM AS	16.6667	16.32993	15		
	Total	13.1667	16.20752	60		
Total	0 mM AS	63.0000	39.67239	60		
	0.05 mM AS	63.6667	39.31475	60		
	0.25 mM AS	47.3333	42.89786	60		
	0.5 mM AS	15.0000	14.08208	60		
	Total	47.2500	40.79672	240		

Tableau 18 - Comparaison des moyennes du Facteur NaCl pour la cinétique de germination des graines de gombo du Lot 1 selon le test Tukey à 5%.

NaCl	Moyennes	Groupes Homogènes		
200	13.16667		B	
150	31.00000			C
100	71.00000	A		
50	73.83333	A		

Tableau 19 - Comparaison des moyennes du Facteur AS pour la cinétique de germination des graines de gombo du Lot 1 selon le test Tukey à 5%.

AS	Moyennes	Groupes Homogènes		
0.5	15.00000		B	
0.25	47.33333			C
0	63.00000	A		
0.05	63.66667	A		

Tableau 20 – Les statistiques descriptives de la cinétique de germination du lot 2

	date	NaCl	AS	Moyenne	Ecart-type	N
Cinétique2	jour1	50 mM NaCl	0 mM AS	93.3333	5.77350	3
			0.05 mM AS	86.6667	11.54701	3
			0.25 mM AS	63.3333	5.77350	3
			0.5 mM AS	70.0000	17.32051	3
			Total	78.3333	15.85923	12
		100 mM NaCl	0 mM AS	96.6667	5.77350	3
			0.05 mM AS	93.3333	11.54701	3
			0.25 mM AS	86.6667	15.27525	3
			0.5 mM AS	16.6667	5.77350	3
			Total	73.3333	35.50501	12
		150 mM NaCl	0 mM AS	0.0000	0.00000	3
			0.05 mM AS	3.3333	5.77350	3
			0.25 mM AS	0.0000	0.00000	3
			0.5 mM AS	0.0000	0.00000	3
			Total	0.8333	2.88675	12
		200 mM NaCl	0 mM AS	0.0000	0.00000	3
			0.05 mM AS	0.0000	0.00000	3
			0.25 mM AS	0.0000	0.00000	3
			0.5 mM AS	0.0000	0.00000	3
			Total	0.0000	0.00000	12
Total	0 mM AS	47.5000	49.74937	12		
	0.05 mM AS	45.8333	46.79905	12		
	0.25 mM AS	37.5000	40.70403	12		
	0.5 mM AS	21.6667	30.99365	12		
	Total	38.1250	42.55941	48		

jour2	50 mM NaCl	0 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.05 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.25 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.5 mM AS	96.6667	5.77350	3
		Total	99.1667	2.88675	12
	100 mM NaCl	0 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.05 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.25 mM AS	86.6667	15.27525	3
		0.5 mM AS	30.0000	10.00000	3
		Total	79.1667	31.17643	12
	150 mM NaCl	0 mM AS	56.6667	5.77350	3
		0.05 mM AS	33.3333	15.27525	3
		0.25 mM AS	26.6667	20.81666	3
		0.5 mM AS	10.0000	10.00000	3
		Total	31.6667	21.24889	12
	200 mM NaCl	0 mM AS	0.0000	0.00000	3
		0.05 mM AS	0.0000	0.00000	3
		0.25 mM AS	6.6667	11.54701	3
		0.5 mM AS	3.3333	5.77350	3
		Total	2.5000	6.21582	12
	Total	0 mM AS	64.1667	42.94994	12
		0.05 mM AS	58.3333	45.69331	12
		0.25 mM AS	55.0000	42.74661	12
		0.5 mM AS	35.0000	39.19647	12
Total		53.1250	42.78378	48	
jour3	50 mM NaCl	0 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.05 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.25 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.5 mM AS	100.0000	0.00000	3
		Total	100.0000	0.00000	12
	100 mM NaCl	0 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.05 mM AS	100.0000	0.00000	3
		0.25 mM AS	86.6667	15.27525	3
		0.5 mM AS	30.0000	10.00000	3
		Total	79.1667	31.17643	12
	150 mM NaCl	0 mM AS	73.3333	5.77350	3
		0.05 mM AS	46.6667	11.54701	3
		0.25 mM AS	30.0000	26.45751	3
		0.5 mM AS	13.3333	15.27525	3
		Total	40.8333	27.12206	12
	200 mM NaCl	0 mM AS	10.0000	10.00000	3
		0.05 mM AS	0.0000	0.00000	3
		0.25 mM AS	6.6667	11.54701	3
		0.5 mM AS	3.3333	5.77350	3
		Total	5.0000	7.97724	12

		Total	0 mM AS	70.8333	38.72005	12
			0.05 mM AS	61.6667	43.86619	12
			0.25 mM AS	55.8333	42.73775	12
			0.5 mM AS	36.6667	40.30189	12
		Total		56.2500	42.05493	48
	jour4	50 mM NaCl	0 mM AS	100.0000	0.00000	3
			0.05 mM AS	100.0000	0.00000	3
			0.25 mM AS	100.0000	0.00000	3
			0.5 mM AS	100.0000	0.00000	3
		Total		100.0000	0.00000	12
		100 mM NaCl	0 mM AS	100.0000	0.00000	3
			0.05 mM AS	100.0000	0.00000	3
			0.25 mM AS	86.6667	15.27525	3
			0.5 mM AS	30.0000	10.00000	3
		Total		79.1667	31.17643	12
		150 mM NaCl	0 mM AS	76.6667	5.77350	3
			0.05 mM AS	50.0000	10.00000	3
			0.25 mM AS	46.6667	11.54701	3
			0.5 mM AS	23.3333	5.77350	3
		Total		49.1667	21.08784	12
		200 mM NaCl	0 mM AS	13.3333	5.77350	3
			0.05 mM AS	0.0000	0.00000	3
			0.25 mM AS	6.6667	11.54701	3
			0.5 mM AS	3.3333	5.77350	3
		Total		5.8333	7.92961	12
		Total	0 mM AS	72.5000	37.20337	12
			0.05 mM AS	62.5000	43.51071	12
			0.25 mM AS	60.0000	39.31227	12
			0.5 mM AS	39.1667	38.48455	12
		Total		58.5417	40.31734	48
	jour5	50 mM NaCl	0 mM AS	100.0000	0.00000	3
			0.05 mM AS	100.0000	0.00000	3
			0.25 mM AS	100.0000	0.00000	3
			0.5 mM AS	100.0000	0.00000	3
		Total		100.0000	0.00000	12
		100 mM NaCl	0 mM AS	100.0000	0.00000	3
			0.05 mM AS	100.0000	0.00000	3
			0.25 mM AS	90.0000	10.00000	3
			0.5 mM AS	30.0000	10.00000	3
		Total		80.0000	31.04249	12
		150 mM NaCl	0 mM AS	86.6667	5.77350	3
			0.05 mM AS	30.0000	10.00000	3
			0.25 mM AS	56.6667	15.27525	3
			0.5 mM AS	46.6667	11.54701	3
		Total		55.0000	23.54879	12

		200 mM NaCl	0 mM AS	16.6667	5.77350	3
			0.05 mM AS	0.0000	0.00000	3
			0.25 mM AS	6.6667	11.54701	3
			0.5 mM AS	3.3333	5.77350	3
			Total	6.6667	8.87625	12
		Total	0 mM AS	75.8333	36.29634	12
			0.05 mM AS	57.5000	45.94958	12
			0.25 mM AS	63.3333	39.15780	12
			0.5 mM AS	45.0000	37.53786	12
			Total	60.4167	40.21000	48
	Total	50 mM NaCl	0 mM AS	98.6667	3.51866	15
			0.05 mM AS	97.3333	7.03732	15
			0.25 mM AS	92.6667	15.33747	15
			0.5 mM AS	93.3333	13.97276	15
			Total	95.5000	11.11191	60
		100 mM NaCl	0 mM AS	99.3333	2.58199	15
			0.05 mM AS	98.6667	5.16398	15
			0.25 mM AS	87.3333	12.22799	15
			0.5 mM AS	27.3333	9.61150	15
			Total	78.1667	31.05444	60
		150 mM NaCl	0 mM AS	58.6667	32.26379	15
			0.05 mM AS	32.6667	19.44467	15
			0.25 mM AS	32.0000	24.84236	15
			0.5 mM AS	18.6667	18.46490	15
			Total	35.5000	27.88749	60
		200 mM NaCl	0 mM AS	8.0000	8.61892	15
			0.05 mM AS	0.0000	0.00000	15
			0.25 mM AS	5.3333	9.15475	15
			0.5 mM AS	2.6667	4.57738	15
			Total	4.0000	7.17812	60
	Total		0 mM AS	66.1667	41.13194	60
			0.05 mM AS	57.1667	44.03741	60
			0.25 mM AS	54.3333	40.56243	60
			0.5 mM AS	35.5000	36.98030	60
			Total	53.2917	42.01512	240

Tableau 21 - Comparaison des moyennes du Facteur NaCl pour la cinétique de germination des graines de gombo du Lot 2 selon le test Tukey à 5%.

NaCl	Moyennes	Groupes Homogènes			
200	4.00000	A			
150	35.50000		B		
100	78.16667			C	
50	95.50000				D

Tableau 22 - Comparaison des moyennes du Facteur AS pour la cinétique de germination des graines de gombo du Lot 2 selon le test Tukey à 5%.

AS	Moyennes	Groupes Homogènes		
0.50	35.50000		B	
0.25	54.33333	A		
0.05	57.16667	A		
0	66.16667			C

Tableau 23 - Comparaison des moyennes du Facteur Jours pour la cinétique de germination des graines de gombo du Lot 1 selon le test Tukey à 5%.

Jours	moyennes	Groupes Homogènes			
1	24.37500			C	
2	44.16667				D
3	52.08333	A			
4	56.45833	A	B		
5	59.16667		B		

Tableau 24 - Comparaison des moyennes du Facteur Jours pour la cinétique de germination des graines de gombo du Lot 2 selon le test Tukey à 5%.

Jours	Moyenne	Groupe Homogène		
1	38.12500			C
2	53.12500		B	
3	56.25000	A	B	
4	58.54167	A		
5	60.41667	A		

Annexe 4 - Traitements statistiques des résultats du paramètre teneur en protéine dans les feuilles du gombo

Tableau 25 – Les statistiques descriptives du paramètre protéines des feuilles du gombo

NaCl	AS	Moyenne	Ecart-type	N
50 mM NaCl	0 mM AS	46.05867	2.976197	3
	0.05 mM AS	42.17733	0.825449	3
	0.25 mM AS	41.84933	2.297952	3
	0.5 mM AS	42.12267	2.108745	3
	Total	43.05200	2.609048	12
100 mM NaCl	0 mM AS	41.79467	1.514967	3
	0.05 mM AS	42.06800	1.848186	3
	0.25 mM AS	42.01333	2.731146	3
	0.5 mM AS	45.45733	0.808993	3
	Total	42.83333	2.242485	12
150 mM NaCl	0 mM AS	54.69600	6.541524	3
	0.05 mM AS	53.65733	0.825449	3
	0.25 mM AS	45.78533	2.063621	3
	0.5 mM AS	51.19733	0.739517	3
	Total	51.33400	4.662018	12
200 mM NaCl	0 mM AS	66.94133	4.639587	3
	0.05 mM AS	70.65867	3.138933	3
	0.25 mM AS	65.02800	9.082402	3
	0.5 mM AS	61.85733	8.366144	3
	Total	66.12133	6.671736	12
Total	0 mM AS	52.37267	10.698998	12
	0.05 mM AS	52.14033	12.310722	12
	0.25 mM AS	48.66900	10.867763	12
	0.5 mM AS	50.15867	08.660954	12
	Total	50.83517	10.479137	48

Tableau 26- Comparaison des moyennes du Facteur NaCl pour la teneur en protéine des feuilles de gombo selon le test Tukey à 5%.

NaCl	Moyenne	Groupe Homogène		
100	42.833	A		
50	43.052	A		
150	51.334		B	
200	66.121			C

Tableau 27 - Comparaison des moyennes du Facteur NaCl pour la teneur en protéine des feuilles de gombo selon le test Tukey à 5%.

AS	Moyenne	Groupe Homogène
0.25	48.669	A
0.5	50.159	A
0.05	52.140	A
0	52.373	A

Tableau 28 - Comparaison des moyennes du Facteur NaCl-AS pour la teneur en protéine des feuilles de gombo selon le test Tukey à 5%.

NaCl	AS	Moyenne	Groupe Homogène						
100	0	41.795	A						
50	0.25	41.849	A						
100	0.25	42.013	A						
100	0.05	42.068	A						
50	0.5	42.123	A						
50	0.05	42.177	A						
100	0.5	45.457	A	B					
150	0.25	45.785	A	B					
50	0	46.059	A	B					
150	0.5	51.197	A	B	C				
150	0.05	53.657	A	B	C	D			
150	0	54.696		B	C	D	E		
200	0.5	61.857			C	D	E	F	
200	0.25	65.028				D	E	F	
200	0	66.941					E	F	
200	0.05	70.659						F	

Annexe 5 - Traitements statistiques des résultats du paramètre teneur en polyphénols des feuilles du gombo

Tableau 29 – Les statistiques descriptives du paramètre teneur en polyphénols des feuilles du gombo

NaCl	AS	Moyenne	Ecart-type	N
50 mM NaCl	0 mM AS	8.47293333	0.020150527	3
	0.05 mM AS	8.56521600	0.148807766	3
	0.25 mM AS	8.45357333	0.007393222	3
	0.5 mM AS	8.49713333	0.027943753	3
	Total	8.49721400	0.078697134	12
100 mM NaCl	0 mM AS	8.52617333	0.010075263	3
	0.05 mM AS	8.48584000	0.024200000	3
	0.25 mM AS	8.61813333	0.114773672	3
	0.5 mM AS	8.51810667	0.053093131	3
	Total	8.53706333	0.075305693	12
150 mM NaCl	0 mM AS	8.62136000	0.092214385	3
	0.05 mM AS	8.55360000	0.070305061	3
	0.25 mM AS	8.50520000	0.041915630	3
	0.5 mM AS	8.46164000	0.101062167	3
	Total	8.53545000	0.091974473	12
200 mM NaCl	0 mM AS	8.74074667	0.062421616	3
	0.05 mM AS	8.59393333	0.041163719	3
	0.25 mM AS	8.49229333	0.024360799	3
	0.5 mM AS	8.42292000	0.017450868	3
	Total	8.56247333	0.129506833	12
Total	0 mM AS	8.59030333	0.116881164	12
	0.05 mM AS	8.54964733	0.083994148	12
	0.25 mM AS	8.51730000	0.083206548	12
	0.5 mM AS	8.47495000	0.063211249	12
	Total	8.53305017	0.096106371	48

Tableau 30 - Comparaison des moyennes du Facteur NaCl pour la teneur en polyphénols des feuilles de gombo selon le test Tukey à 5%.

NaCl	Moyenne	Groupe Homogène
50	8.497214	A
150	8.535450	A
100	8.537063	A
200	8.562473	A

Tableau 31 - Comparaison des moyennes du Facteur AS pour la teneur en polyphénols des feuilles de gombo selon le test Tukey à 5%.

AS	Moyenne	Groupe Homogène	
0.5	8.474950		B
0.25	8.517300	A	B
0.05	8.549647	A	
0	8.590303	A	

Tableau 32 - Comparaison des moyennes du Facteur NaCl-AS pour la teneur en polyphénols des feuilles de gombo selon le test Tukey à 5%.

NaCl	AS	Moyenne	Groupe Homogène	
200	0.5	8.422920	A	
50	0.25	8.453573	A	
150	0.5	8.461640	A	
50	0	8.472933	A	
100	0.05	8.485840	A	
200	0.25	8.492293	A	
50	0.5	8.497133	A	
150	0.25	8.505200	A	
100	0.5	8.518107	A	
100	0	8.526173	A	
150	0.05	8.553600	A	B
50	0.05	8.565216	A	B
200	0.05	8.593933	A	B
100	0.25	8.618133	A	B
150	0	8.621360	A	B
200	0	8.740747		B

Annexe 6 - Traitements statistiques des résultats du paramètre teneur en flavonoïdes des feuilles du gombo

Tableau 33 – Les statistiques descriptives du paramètre teneur en flavonoïdes des feuilles du gombo

NaCl	AS	Moyenne	Ecart-type	N
50 mM NaCl	0 mM AS	0.30786667	0.008891194	3
	0.05 mM AS	0.29745333	0.002423331	3
	0.25 mM AS	0.36096000	0.002328261	3
	0.5 mM AS	0.35524000	0.015698815	3
	Total	0.33038000	0.030310685	12
100 mM NaCl	0 mM AS	0.36668000	0.004465512	3
	0.05 mM AS	0.35436000	0.002885273	3
	0.25 mM AS	0.35920000	0.009799265	3
	0.5 mM AS	0.37034667	0.009562622	3
	Total	0.36264667	0.009044276	12
150 mM NaCl	0 mM AS	0.33925333	0.011947708	3
	0.05 mM AS	0.34350667	0.003302444	3
	0.25 mM AS	0.34541333	0.018549710	3
	0.5 mM AS	0.36360000	0.004400000	3
	Total	0.34794333	0.013732536	12
200 mM NaCl	0 mM AS	0.35201333	0.010151834	3
	0.05 mM AS	0.33089333	0.007017046	3
	0.25 mM AS	0.34893333	0.009159330	3
	0.5 mM AS	0.33910667	0.007445410	3
	Total	0.34273667	0.011349579	12
Total	0 mM AS	0.34145333	0.023992443	12
	0.05 mM AS	0.33155333	0.022618376	12
	0.25 mM AS	0.35362667	0.011991819	12
	0.5 mM AS	0.35707333	0.014955097	12
	Total	0.34592667	0.021099186	48

Tableau 34 - Comparaison des moyennes du Facteur NaCl-AS pour la teneur en flavonoïdes des feuilles de gombo selon le test Tukey à 5%.

NaCl	AS	Moyenne	Groupe Homogène				
50	0.05	0.297453	A				
50	0	0.307867	A	B			
200	0.05	0.330893		B	C		
200	0.5	0.339107			C	D	
150	0	0.339253			C	D	
150	0.05	0.343507			C	D	E
150	0.25	0.345413			C	D	E
200	0.25	0.348933			C	D	E
200	0	0.352013			C	D	E
100	0.05	0.354360			C	D	E
50	0.5	0.355240			C	D	E
100	0.25	0.359200				D	E
50	0.25	0.360960				D	E
150	0.5	0.363600				D	E
100	0	0.366680				D	E
100	0.5	0.370347					E

Tableau 35 - Comparaison des moyennes du Facteur NaCl pour la teneur en flavonoïdes des feuilles de gombo selon le test Tukey à 5%.

NaCl	Moyenne	Groupe Homogène		
50	0.330380		B	
200	0.342737	A		
150	0.347943	A		
100	0.362647			C

Tableau 36 - Comparaison des moyennes du Facteur AS pour la teneur en flavonoïdes des feuilles de gombo selon le test Tukey à 5%.

AS	Moyenne	Groupe Homogène	
0.05	0.331553	A	
0	0.341453	A	
0.25	0.353627		B
0.5	0.357073		B

Annexe 7 - Traitements statistiques des résultats du paramètre teneur en flavonoïdes des feuilles du gombo

Tableau 37 – Les statistiques descriptives du paramètre teneur en flavonoïdes des feuilles du gombo

NaCl	AS	Moyenne	Ecart-type	N
50 mM NaCl	0 mM AS	23.4500	3.68748	3
	0.05 mM AS	15.7500	1.05000	3
	0.25 mM AS	13.3000	0.60622	3
	0.5 mM AS	14.0000	0.60622	3
	Total	16.6250	4.54020	12
100 mM NaCl	0 mM AS	24.8500	1.60390	3
	0.05 mM AS	25.9000	1.60390	3
	0.25 mM AS	32.5500	2.77804	3
	0.5 mM AS	30.1000	3.20780	3
	Total	28.3500	3.85145	12
150 mM NaCl	0 mM AS	14.3500	0.60622	3
	0.05 mM AS	16.1000	0.60622	3
	0.25 mM AS	9.1000	2.18575	3
	0.5 mM AS	9.4500	1.05000	3
	Total	12.2500	3.36040	12
200 mM NaCl	0 mM AS	12.6000	1.05000	3
	0.05 mM AS	14.3500	1.60390	3
	0.25 mM AS	13.6500	1.81865	3
	0.5 mM AS	13.3000	1.60390	3
	Total	13.4750	1.47363	12
Total	0 mM AS	18.8125	5.91363	12
	0.05 mM AS	18.0250	4.92154	12
	0.25 mM AS	17.1500	9.62688	12
	0.5 mM AS	16.7125	8.42928	12
	Total	17.6750	7.26924	48

Tableau 38 - Comparaison des moyennes du Facteur NaCl pour le taux des tannins hydrolysables des feuilles de gombo selon le test Tukey à 5%.

NaCl	Moyenne	Groupe Homogène		
50	12.25000	A		
200	13.47500	A		
150	16.62500		B	
100	28.35000			C

Tableau 39 - Comparaison des moyennes du Facteur AS pour le taux des tanins hydrolysables des feuilles de gombo selon le test Tukey à 5%.

AS	Moyenne	Groupe Homogène	
0.5	16.71250	A	
0.25	17.15000	A	B
0.05	18.02500	A	B
0	18.81250		B

Tableau 40 - Comparaison des moyennes du Facteur NaCl-AS pour le taux des tanins hydrolysables des feuilles de gombo selon le test Tukey à 5%.

NaCl	AS	Moyenne	Groupes Homogènes				
200	0	12.60	A	B			
50	0.25	13.30	A	B			
200	0.5	13.30	A	B			
200	0.25	13.65	A	B			
50	0.5	14.00	A	B			
200	0.5	14.35	A	B			
150	0	14.35	A	B			
50	0.5	15.75		B			
150	0.5	16.10		B			
50	0	23.45			C		
100	0	24.85			C	D	
100	0.5	25.90			C	D	
100	0.5	30.10				D	E
100	0.25	32.55					E
200	0	12.60	A	B			
50	0.25	13.30	A	B			

Annexe 8 : Les photos



Figure 1 – Préparation des solutions

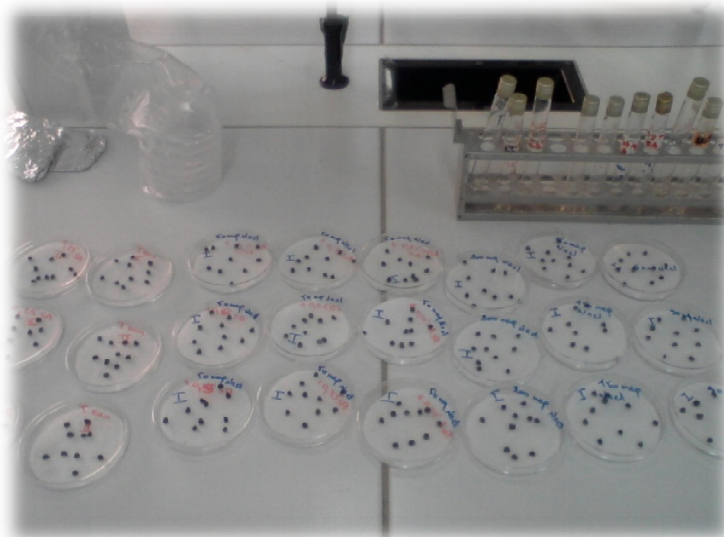


Figure 2 – Les tubes à essais pour imbibition et mise en des graines dans les boîtes de Pétri



Figure 3 – L'armoire thermorégulée



Figure 4 – Semis des graines dans les alvéoles



Figure 5 – Les plantules de gombo

RESUME

Ce travail se concentre sur l'effet de l'acide salicylique sur les graines au stade germination et les jeunes plantes du gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) stressé à la salinité. Trois concentrations d'acide salicylique, 0.05 mM.l⁻¹, 0.25 mM.l⁻¹ et 0.5 mM.l⁻¹ et quatre concentrations de NaCl à 50 mM. l⁻¹, 100 mM. l⁻¹, 150 mM. l⁻¹ et 200 mM. l⁻¹ sont appliquées. La précocité des graines germées, le taux final et la cinétique de germination sont les paramètres physiologiques analysés sur deux lots de graines durant une semaine d'observation après un séjour de préimbibition des graines durant 9 heures, dans une solution d'acide salicylique additionnée de NaCl aux concentrations respectives citées pour le 1^{er} lot et seulement à l'acide salicylique pour les graines du 2^{ème} lot. Les résultats montrent que l'augmentation de la concentration en NaCl retarde ou réduit la précocité, le taux final et ralentisse la cinétique de germination des graines chez les deux types d'application, mais la concentration de 0.05 mM d'AS semble améliorer ces taux chez les graines imbibées dans la combinaison NaCl+AS. Les teneurs en protéines, polyphénols y compris les flavonoïdes et les tanins hydrolysables sont les paramètres biochimiques étudiés en phase plante âgées de deux mois stressées pendant une semaine. Une augmentation des teneurs en protéines et en polyphénols y compris les flavonoïdes est enregistrée mais une réduction des tannins hydrolysables est remarquée sous stress salin. En présence de l'AS, une réduction des teneurs en protéines, des polyphénols et des tanins hydrolysables est observée alors qu'une augmentation des teneurs en flavonoïdes s'est exprimée.

Mots clés :

Abelmoschus Esculentus L.; Gombo; Salinité; Acide Salicylique Germination; Protéines; Métabolites Secondaires; Polyphénols; Flavonoïdes; Tanins Hydrolysables.

Soutenue le 11 Novembre 2014