

Analyse de la capacité germinative de quelques espèces d'acacia exotique

Germination capacity analysis of some exotic acacia species

Jaouadi W¹, Hamrouni L¹, Hanana M², Khouja ML¹

1- Laboratoire d'Ecologie et d'Amélioration Sylvo-Pastorale, Institut National de Recherches en Génie Rural Eaux et Forêts, P.B. 10, 2080 Ariana Tunisie.

2- Centre de Biotechnologie de Borj-Cédria, CBBC, Hammam-Lif BP 901, Tunisie.

Jaouadi Wahbi : jaouadiwahbi@yahoo.fr

Hamrouni Lamia : hamrounilam@yahoo.fr

Hanana Mohsen : punto80@yahoo.com

Khouja Mohamed Larbi : khouja.medlarbi@iresa.agrinet.tn

Corresponding author : Hanana Mohsen

Email: punto80@yahoo.com

Adresse : Centre de Biotechnologie de Borj-Cédria, CBBC, Hammam-Lif BP 901, Tunisie.

Tel: 0021620449077

Résumé

L'introduction des espèces d'acacias en régions aride et semi-aride de la Tunisie a parfois connu des échecs en raison d'une mauvaise connaissance de leurs caractéristiques éco-physiologiques, particulièrement au cours de leur stade précoce de développement. L'utilisation de ces essences introduites, nécessite plus d'études sur leurs conditions d'installation en Tunisie et leur tolérance aux principales contraintes du milieu. Compte tenu de l'importance de la phase germinative dans l'établissement des plants et l'effet des facteurs abiotiques sur le comportement germinatif de ces espèces, nous avons analysé les caractéristiques germinatives de quatre espèces d'acacias exotiques (*A. salicina*, *A. pendula*, *A. cyanophylla* et *A. floribunda*) comparativement à l'*Acacia tortilis* subsp. *Raddiana*, légumineuse autochtone pérenne. La germination de ces espèces a été suivie en faisant varier différents facteurs : lumière/obscurité, la température ambiante (20 °C, 25 °C et 30 °C), la pression osmotique (-2 à -8 bars, en faisant varier les concentrations de PEG 6000 ajouté à la solution d'irrigation) et la concentration saline de la solution d'irrigation (0, 3, 6, 9, 12 et 15 g/l NaCl). Notre étude a révélé l'existence d'une inhibition tégumentaire chez toutes les espèces testées. Celle-ci a été levée au moyen de différents prétraitements chimique et physique. Selon l'analyse de la variance, les différents traitements effectués ont exercé un effet très hautement significatif sur le taux et le temps moyen de germination chez toutes les espèces d'acacias étudiées. Quant à l'effet de la température sur la germination, à l'exception de l'*Acacia cyanophylla* et de l'*Acacia tortilis*, nous n'avons pas observé d'effet significatif sur le taux de germination. L'augmentation de la concentration de NaCl inhibe progressivement la germination. L'analyse de la variance a montré qu'il existe un effet hautement significatif du NaCl sur le taux de germination et le temps moyen de germination de toutes les espèces d'acacia. Parmi les espèces étudiées, *Acacia tortilis* subsp. *raddiana* présente le pouvoir germinatif le plus élevé (55 % à une concentration de NaCl de 15 g/l) et par conséquent la plus grande tolérance au stress salin. En revanche, *A. floribunda* et *A. cyanophylla* semblent les moins tolérantes au stress salin. Le stress osmotique a engendré une réduction des taux et temps moyen de

germination de chacune des espèces testées. A une pression de -8 bars la germination de toutes les espèces s'annule. *A. salicina* s'est avérée la plus résistante à une pression de -6 bars (taux de germination égal à 47 %).

Mots clés : Acacia / germination / température / stress osmotique / stress salin.

1. Introduction

En Tunisie, la désertification devient, depuis quelques décennies, le principal problème environnemental qui ne cesse de s'accroître puisque 25 % de la superficie du territoire est sérieusement affectée (comportant une partie du Grand Erg Oriental) et environ 39 % est gravement menacée [1]. Ce phénomène est la conséquence d'un déséquilibre écologique résultant, à son tour, d'une mauvaise gestion et une longue histoire d'exploitation intensive des ressources naturelles [2] conjuguée à une aridité climatique et édaphique [3]. Le milieu saharien est caractérisé par des écosystèmes très fragiles avec des ressources naturelles précaires. Après perturbation, le retour de ces écosystèmes à leur état initial est très lent [4]. Dans les situations où la dégradation du couvert végétal a atteint le seuil d'irréversibilité et où la régénération naturelle ne peut conduire, même à moyen terme, à la restauration de ce couvert [5 ; 6] le recours aux techniques dites de réhabilitation devient une nécessité voire une obligation majeure. En Tunisie aride, l'adoption de cette initiative par le biais de la réintroduction volontaire d'espèces autochtones est, par ailleurs, justifiée par les résultats peu encourageants de la réaffectation par introduction d'espèce exotique [7]. L'étude des exigences germinatives des espèces utilisables dans la réhabilitation permet de raisonner le choix du matériel végétal le mieux adapté à la mise en œuvre de cette technique [8]. Les travaux antérieurs relatifs à la dynamique de la végétation en Tunisie steppique ont, en effet, mis l'accent sur l'intérêt des solutions qui doivent être recherchées pour résoudre les problèmes posés par la germination des semences [3, 9]. De plus, en zones arides où les caractéristiques de la germination sont fortement impliquées dans la sélection pour l'adaptation des végétaux aux conditions du milieu [10] on peut admettre que la première phase critique de la réhabilitation est celle relative à la germination des semences des espèces à introduire. C'est pour toutes ces raisons que le présent travail a été consacré à l'étude et la comparaison des propriétés germinatives des semences d'espèce autochtone pérennes susceptibles d'être utilisées pour la réhabilitation des parcours dégradés et espèces exotiques introduits en programme de reboisement. Il s'agit d'*Acacia salicina*, *Acacia pendula*, *Acacia cyanophylla* et *Acacia*

floribunda. Le choix des espèces a été dicté par l'importance de la superficie reboisée par ces espèces introduites et par l'intérêt particulier que peuvent présenter les espèces autochtones par rapport aux espèces exotiques pour l'amélioration de la valeur des terres à pâturage. L'objectif visé par cette étude est de justifier l'introduction de ces espèces dans les programmes de reboisement dans les zones arides en comparaison avec l'*Acacia tortilis* subsp. *raddiana* var. *raddiana*, *Acacia salicina* et *Acacia cyanophylla* étant les espèces les plus utilisées dans tous les projets de réhabilitation des parcours. *Acacia salicina* couvre 72.5 % des superficies de plantations sylvo-pastorales [11].

2. Matériel et Méthodes

2.1. Matériel végétal

Notre étude a porté sur 5 espèces d'acacia :

- Une espèce autochtone : *Acacia tortilis* subsp. *raddiana* var. *raddiana*
- Quatre espèces exotiques : *Acacia salicina*, *Acacia cyanophylla*, *Acacia floribunda* et *Acacia pendula*.

2.2. Effet du prétraitement et de la température sur la germination

Afin de lever l'inhibition tégumentaire des graines des différentes espèces d'acacias, 3 traitements des graines ont été réalisés :

- Trempage dans l'eau bouillante.
- Trempage dans l'acide sulfurique concentré (H_2SO_4) pendant 1 heure.
- Scarification manuelle à l'aide de papier abrasif.

Après chacun de ces traitements, les graines ont été lavées à l'eau distillée pendant 15 minutes, puis traitées avec un fongicide non phytotoxique (Benlate) pendant une heure et enfin rincées de nouveau avec l'eau distillée. Les graines issues de chacun de ces prétraitements ont été mises en culture à différentes températures : 20, 25 et 30 °C et sous une humidité relative de 80 % et à l'obscurité. Pour tous les traitements précédemment ci-avant et ci-après évoqués, le comptage des graines germées et dont la radicule a percé les téguments [12] a été effectué tous les deux jours pendant toute la période de culture (1 mois).

2.3. Effet de la salinité sur la germination

Après avoir identifié le prétraitement à l'acide sulfurique comme étant le meilleur pour lever l'inhibition tégumentaire, nous l'avons utilisé dans tous nos essais ultérieurs. Les graines suivent ensuite le même processus de désinfection que le précédent puis sont mises à germer dans des boîtes de Pétri remplies de perlite et arrosées à l'aide d'une solution contenant différentes concentrations croissantes de NaCl (0, 3, 6, 9, 12, 15 g/l). Elles sont mises dans une chambre de culture à l'obscurité et à la température optimale de germination pour chaque espèce (identifiée par les tests précédents).

2.4. Effet du stress hydrique sur la germination

Le protocole de l'inhibition tégumentaire et la désinfection des graines est le même que le précédent. Les essais de germination ont été réalisés à différents niveaux des potentiels hydriques par l'utilisation du PEG, du fait qu'il constitue, d'après [13], un agent relativement stable, inerte, bien soluble dans l'eau et non toxique même à de fortes concentrations. Des solutions additionnées de polyéthylène glycol 6000 (PEG₆₀₀₀), conformément à l'équation établie par [14], correspondant à des concentrations croissantes ont été utilisées pour simuler les différents niveaux du stress osmotique testés soit 0, -2, -4, -6, -8, -10 bars. Les cultures ont été effectuées à l'obscurité et à la température optimale de germination de chaque espèce.

2.5. Analyse statistique

Cinq répétitions par traitement à raison de 20 graines par boîte ont été effectuées. Pour chaque espèce, le taux de germination, le temps moyen de germination, le pourcentage des graines germées en conditions de stress provoquées par le NaCl et le PEG ont fait l'objet d'une analyse de variance selon la procédure ANOVA du programme SAS et un classement des moyennes à l'aide du test de Student-Newman et Keuls.

3. RESULTAT

3.1 Influence du prétraitement et de la température sur le taux et le temps moyen de germination

Les résultats que nous avons représentés dans la figure 1, correspondent à la variation des taux cumulés des essais de germination et des temps moyens de germination durant 30 jours en fonction des différents traitements et différentes températures. L'acide sulfurique a nettement amélioré les taux de germination des différents acacias à l'exception de l'*Acacia cyanophylla* et l'*Acacia floribunda* pour des températures de 25 °C et 30 °C. D'après les résultats fournis par cette figure, la germination chez la plupart des espèces d'acacia est améliorée par tous les prétraitements quelque soit leur nature. Sans prétraitement, les taux de germination de toutes les espèces sont presque faibles. La variation de la température a amélioré le taux de germination des différentes espèces d'acacia. Les courbes relatives au temps moyen de germination (TMG) montrent que la vitesse de germination diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne des traitements permettant d'obtenir les plus forts taux de germination. Ces résultats sont confirmés par l'analyse de la variance qui montre également qu'il existe un effet traitement très hautement significatif chez toutes les espèces contre une absence d'effet significatif de la température chez *Acacia pendula* et *Acacia floribunda*. Cette analyse montre aussi l'existence d'une interaction significative entre température et traitement chez *Acacia floribunda*. Nous constatons que l'acide sulfurique permet le ramollissement des téguments des différentes espèces d'acacia ce qui facilite la germination dans un temps très court. *Acacia tortilis* et *Acacia pendula* présentent toujours les taux de germination les plus forts en présence de scarification chimique (acide sulfurique), cela peut être expliqué par les fortes capacités germinatives de ces espèces. Les résultats de la comparaison des taux et des temps moyen de germination des espèces d'acacia, tous traitements confondus, à l'aide du test de Student-Newman et Keuls, indiquent que les températures de 20, 25 et 30 °C permettent d'obtenir le taux de germination de même niveau de signification pour l'*Acacia salicina*, *pendula* et

floribunda. Pour *Acacia tortilis*, une température de 25 °C ou de 30 °C permet d'avoir des taux de germination plus élevés que celle de 20 °C. Pour *Acacia cyanophylla* la température de 20 °C est significativement différente de celle de 30 °C et permet un taux de germination plus élevés (39 % contre 34 %).

3.1.1 Cinétique de germination

La dynamique de la germination des espèces d'acacia étudiées au niveau de chacun des prétraitements et différentes températures considérées est illustrée par la figure 2. Elles décrivent toute une allure sigmoïdale, avec une phase de latence de quelques jours, une phase exponentielle et se termine par une phase stationnaire.

3.2 Influence du stress salin sur la capacité de germination et le temps moyen de germination

Les résultats que nous avons représentés sur la figure 3 correspondent aux taux cumulés des essais durant 30 jours et du temps moyen de germination, pour les 5 essences d'acacia. D'après les résultats fournis par cette figure, la germination chez la plupart des espèces d'acacia est affectée par le sel. Les taux de germination diminuent significativement avec l'augmentation de la concentration du sel dans le milieu de culture et on enregistre un retard pour le démarrage de germination des graines (temps moyen de germination devient important). Sur milieu témoin T₀ (eau distillée), *A. tortilis*, *A. salicina* et *A. pendula* présentent des taux de germination important > 85 % contre des taux nettement moyen à faible pour *A. cyanophylla* et *A. floribunda*. En présence de NaCl, *A. tortilis*, *A. salicina* et *A. pendula* sont pratiquement insensibles à des concentrations de 3g.l⁻¹ de sel. L'analyse de la variance a montré qu'il existe un effet hautement significatif du NaCl sur les taux et les temps moyens de germination. La comparaison des taux de germination des espèces à différents niveaux de salinité à l'aide du test de Student-Newman et Keuls est représentée dans le tableau I. D'après le classement opéré, nous constatons un chevauchement des niveaux de concentrations, et nous pouvons conclure que parmi les espèces étudiées *Acacia*

tortilis présente le pouvoir germinatif le plus élevé, 55 % avec un temps moyen de germination le plus court 8.2 jours à une concentration de NaCl de 15 g/l et par conséquent la plus grande tolérance au stress salin. En revanche, *Acacia floribunda* et *Acacia cyanophylla* semblent les moins tolérants au stress salin. Il est à signaler que l'*Acacia salicina* (taux de germination égal à 52 % à 12 g/l) résiste bien à la salinité ce qui explique son adaptation aux sols salés de zones arides et semi arides.

3.2.1 Cinétique de germination

Avec l'augmentation de la concentration des traitements, la germination est retardée chez la majorité des espèces, des modifications de la cinétique de germination sont aussi observées (Fig. 4). Afin de pouvoir classer nos espèces par ordre de tolérance au stress salin, nous avons pris la valeur intermédiaire 6 g/l comme référence. A ce niveau de stress salin les espèces ont, en effet, une grande amplitude de variation. Le classement des espèces dans un ordre de tolérance décroissant, sur la base de leur capacité germinative, est alors le suivant : *A. tortilis*, *A. salicina*, *A. pendula*, *A. cyanophylla*, *A. floribunda*. La taille de la graine n'indique pas le degré de résistance de l'espèce à la salinité car l'espèce la plus tolérante (*Acacia tortilis*) et l'espèce la plus sensible (*Acacia floribunda*) à la salinité sont également caractérisées par la grande taille de leurs semences. La cinétique de germination de 5 espèces d'*Acacia*, sous différentes concentrations croissantes en NaCl allant de 3 à 15 g/l en comparaison avec le milieu témoin (eau distillée), est illustrée par la figure 5. Nous pouvons remarquer que le temps de latence est variable selon les espèces et augmente en fonction de la concentration en NaCl. Nous avons constaté également que le démarrage de la germination a été précoce et rapide sous de faibles concentrations du NaCl. A 15 g/l du sel, seul *Acacia tortilis* a eu un taux de germination important (55 %). La dynamique de la germination des espèces d'*acacia* au niveau de chacun des traitements considérés illustrée par cette figure montre qu'avec l'augmentation de la concentration des traitements, la germination est retardée chez la majorité des provenances, des

modifications de la cinétique de germination et un ralentissement de la vitesse de germination sont aussi observés.

4.3 Influence du stress osmotique sur la capacité et le temps moyen de germination

Les résultats que nous avons représentés sur la figure 5 correspondent aux taux cumulés des essais durant 30 jours et du temps moyen de germination, pour les cinq essences d'acacia. D'après les résultats fournis par cette figure, la germination chez la plupart des espèces d'acacia est affectée par le stress hydrique. Les taux de germination diminuent significativement avec l'augmentation de la concentration du PEG dans le milieu de culture et affecte le démarrage de germination des graines (temps moyen de germination augmente). Sur milieu témoin T_0 (eau distillée), *A. tortilis*, *A. salicina* et *A. pendula* présentent des taux de germination élevés > 80 % contre des taux nettement moyen pour *A. cyanophylla* et *A. floribunda*. En présence de PEG, *A. tortilis*, *A. salicina* et *A. pendula* sont pratiquement insensibles à des concentrations de -2 bars. L'analyse de la variance a montré un effet hautement significatif de stress osmotique sur le taux et le temps moyen de germination des différentes espèces d'acacia. Toutes les espèces sont sensibles au stress osmotique cette sensibilité se traduit par l'absence de germination à une pression de -8 bars. *Acacia salicina* est avéré plus résistante à une pression de -6 bars avec un taux de germination le plus élevé et un temps moyen de germination le plus court (Tab. II).

4.3.1 Cinétique de germination

L'augmentation de la concentration de PEG, la germination s'annule chez toutes les espèces à -8 bars, des modifications de la cinétique de germination sont aussi observés (Fig. 6). Afin de classer les espèces par ordre de tolérance au stress osmotique, nous avons pris la valeur intermédiaire de -4 bars comme référence. Le classement des espèces dans un ordre de tolérance décroissant, sur la base de leurs capacités germinatives, est alors le suivant : *Acacia salicina*, *Acacia tortilis*, *Acacia pendula*, *Acacia cyanophylla*, *Acacia floribunda*. Il s'avère que l'*Acacia*

floribunda est la plus sensible au stress hydrique.. Nous remarquons que le temps de latence est variable selon les concentrations croissantes en PEG 6000. Pour la majorité des potentiels hydriques étudiés, la plupart des espèces voient leurs semences germer entre 2 et 6 jours, les germinations tardives sont sous l'effet d'une pression osmotique de -6 bars, c'est le cas notamment de tous les acacias à l'exception de l'*Acacia salicina*, qui explique leur adaptation aux conditions de sécheresse.

5. DISCUSSION

5.1. Effet de la température sur la germination

Les graines d'*Acacia tortilis* étudiées présentent des comportements variés vis-à-vis du facteur thermique en conditions de germination. Les graines ont un taux de germination plus élevé à des températures de 25 et 30 °C, ce qui est en accord avec les résultats de [15] qui affirment qu'une température comprise entre 20 et 35 °C permet d'avoir un taux de germination élevé pour l'*Acacia tortilis* (>90 %). Signalons aussi que ce même résultat a été obtenu par [16] pour d'autres espèces de la zone aride tunisienne. Il semble donc que la température constitue l'un des facteurs régulateurs majeurs de la germination chez cette espèce. De même, [17] ont signalé que les légumineuses des zones arides sont capables de germer sous une large gamme de températures et parmi les espèces qui préfèrent germer à des températures plus élevées on trouve l'*Acacia raddiana*. C'est d'ailleurs la constatation faite par [15], qui signalent que l'*Acacia raddiana* germe significativement mieux que l'*Acacia nilotica* à 40 °C. La température a un effet significatif sur le taux de germination d'*Acacia tortilis* et *Acacia cyanophylla*. Nous constatons que la température optimale de germination de l'ensemble des espèces d'*Acacia* testées se situe entre 20 °C et 30 °C, ce comportement vis-à-vis à la température peut alors constituer un mécanisme d'adaptation aux conditions écologiques du milieu aride.

5.2. Effet du prétraitement sur la germination

Les graines d'*Acacia tortilis* étudiées présentent également des comportements variés vis-à-vis des traitements physique et chimique au moment de leur germination. L'effet du traitement est hautement significatif sur le taux et le temps moyen de germination. Les résultats obtenus mettent en évidence l'effet traitement qui a un rôle très important pour la germination des graines. L'immersion, pendant une heure, des semences dans l'acide sulfurique pur permet d'obtenir le plus fort taux de germination (>80 %). L'efficacité de l'acide sulfurique pour lever l'inhibition tégumentaire avait été démontrée par plusieurs auteurs [18 ; 19 ; 20 et 21]. Le trempage des graines dans l'eau bouillante a donné de faibles taux de germination, ceci corrobore les résultats obtenus par [15] qui ont signalé que le trempage des graines dans l'eau, quelle que soit sa durée ou sa température, n'est d'aucune efficacité pour lever l'inhibition tégumentaire. Les traitements les plus efficaces sont la scarification manuelle et le trempage dans une solution d'acide sulfurique pendant une heure. L'étude de l'influence des scarifications pour l'ensemble des espèces d'acacia montre un effet hautement significatif sur le taux et les temps moyens de germination. Egalement, la scarification chimique par l'acide sulfurique concentré donne des taux de germination élevé par rapport à la scarification à l'aide de l'eau bouillante ou par le papier abrasif.

5.3 Effet du stress salin sur la germination

La réponse à la salinité peut être alors déduite : les semences d'*Acacia tortilis* tolèrent la salinité jusqu'à 15 g/l avec un taux de germination de 55 %. Nos résultats corroborent les résultats de [22]. Ces auteurs montrent que l'*Acacia raddiana* est parmi les espèces d'acacia Africaines dont la germination est moins perturbée par la présence du sel, en plus, le taux de germination n'est pas affecté par des concentrations salines de 15 ou 17.5 g/l. L'effet de NaCl sur le comportement germinatif d'*Acacia* se traduit par une augmentation du temps de latence et une diminution de la vitesse et du taux de germination. Ceci corrobore les résultats de [23]. D'après l'étude comparative de l'influence de la salinité, deux types de réponse peuvent être déduits : les espèces tolérantes, *Acacia tortilis*

et *Acacia salicina* et les espèces sensibles *A. cyanophylla*, *pendula* et *floribunda*. On peut remarquer une relation entre la tolérance à la salinité au moment de la germination et l'écologie de chaque espèce. Dans ce sens, [16] signale que la connaissance de la tolérance de la salinité au moment de la germination est une information utile mais non suffisante pour expliquer la distribution des espèces et leur développement dans les milieux salés. Le retard de germination engendré par les concentrations croissantes du milieu en sels, résulterait d'une difficulté d'hydratation des graines par suite d'un potentiel osmotique élevé et peut être expliqué par le temps nécessaire à la graine pour mettre en place des mécanismes lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne [24 ; 25].

5.4 Effet du stress osmotique sur la germination

Les résultats relatifs à l'effet du stress hydrique sur la germination montrent que les semences d'*Acacia tortilis* sont moyennement tolérantes au stress osmotique (taux et temps de germination varient significativement sous l'effet du stress osmotique). Au potentiel hydrique de -8 bars, la capacité de germination est pratiquement nulle. Nos résultats confirment les résultats de [26] qui ont remarqué que chez *Acacia raddiana* la germination s'annule pratiquement à -7 bars. Par opposition, [15] signalent que lorsque les graines d'*Acacia tortilis* et d'*Acacia senegal* sont soumises à une contrainte hydrique simulée par adjonction de polyéthylène glycol (PEG) à l'eau d'imbibition, leur germination n'est significativement inférieure à celle des témoins (germination en absence d'osmoticum) que pour un potentiel hydrique inférieur à -1.8 MPa. Si la pression égale -2.1 MPa, un quart environ des graines germent encore. La valeur limite du potentiel pour laquelle la totalité des graines ne germe plus se situe au-delà de -6 bars. Plus la pression osmotique est élevée, plus le taux de germination diminue et le temps moyen de germination augmente. Ces résultats s'accordent avec ce qui a été rapporté par [27] et corroborent les résultats de [28] obtenus sur le pin d'Alep. Selon [29], le retard de germination peut être expliqué aussi par le temps nécessaire à la graine pour mettre en place des mécanismes qui lui permettent d'ajuster son potentiel osmotique interne par rapport au milieu. Il est à signaler

que les mêmes niveaux de potentiels osmotiques n'ont pas induit une réduction significative par rapport au témoin (eau distillée) des taux de germination chez 3 provenances de *Prosopis* [30] car elles ont toutes gardé une bonne aptitude à la germination sous des conditions de déficit hydrique suffisamment élevé. Cette étude a permis de constater que l'*Acacia tortilis* est moyennement exigeante en eau en phase germinative, mais ceci ne signifie pas nécessairement que les espèces tolérantes au stress hydrique au cours de la germination sont celles qui sont les plus adaptées à la sécheresse au stade adulte [19]. Dans ce sens [15] confirment que l'*Acacia tortilis* représente un avantage au stade adulte pour sa tolérance au stress hydrique à cause de la ramification et le développement rapide de ses racines dès le stade de croissance. L'étude comparative de l'influence des contraintes hydriques sur les espèces d'acacia montre un effet hautement significatif sur la germination, également les espèces étudiées n'arrivent pas à germer dans leur majorité à des potentiels bas. La valeur limite du potentiel pour laquelle la totalité des espèces ne germe plus se situe au delà de -6 bars.

6. CONCLUSIONS

En guise de conclusion, on peut dire que l'étude du comportement germinatif de l'*Acacia tortilis* espèce autochtone de la Tunisie méridionale, en condition de stress abiotique (stress thermique, salin et hydrique), ont permis d'obtenir les principaux résultats suivants :

- Acacia tortilis* préfère germer à des températures élevées. Une température de 30 °C est nécessaire pour assurer la germination maximale des graines, cette température correspond à la température la plus favorable au développement de cet arbre dans son milieu naturel.

- Les semences d'*Acacia tortilis* sont caractérisées par une inhibition tégumentaire qui a été levée par le trempage dans l'acide sulfurique pendant une heure. Ce dernier améliore significativement le taux de germination. Une telle inhibition constitue une stratégie adaptative aux conditions contraignantes du milieu aride.

-L'étude de l'effet du stress salin a révélé que l'élévation de la concentration du chlorure de sodium NaCl provoque une diminution de taux et de temps moyen de germination à des fortes doses. Toutefois cette espèce tolère la salinité jusqu'à une concentration de 15 g/l.

-A la germination, les graines d'*Acacia tortilis* peuvent maintenir leur capacité germinative jusqu'à -6 bars, une pression de -8 bars correspond à un taux de germination nul ceci illustre bien la sensibilité de cette espèce vis-à-vis d'un stress hydrique.

-L'étude comparative de l'*Acacia tortilis* avec d'autres espèces d'acacia introduites permet de dire, que cette essence autochtone reste la plus intéressante du point de vue tolérance au stress thermique, salin et hydrique, Néanmoins l'*Acacia salicina* a présenté une résistance remarquable vis-à-vis du stress salin ce qui explique son adaptation aux zones arides et semi arides de la Tunisie.

De par son intérêt socio-économique, sa rusticité, *Acacia tortilis* doit être envisagé dans l'utilisation de cette espèce dans les programmes de réhabilitation des parcours et de reboisement dans les zones arides et semi arides.

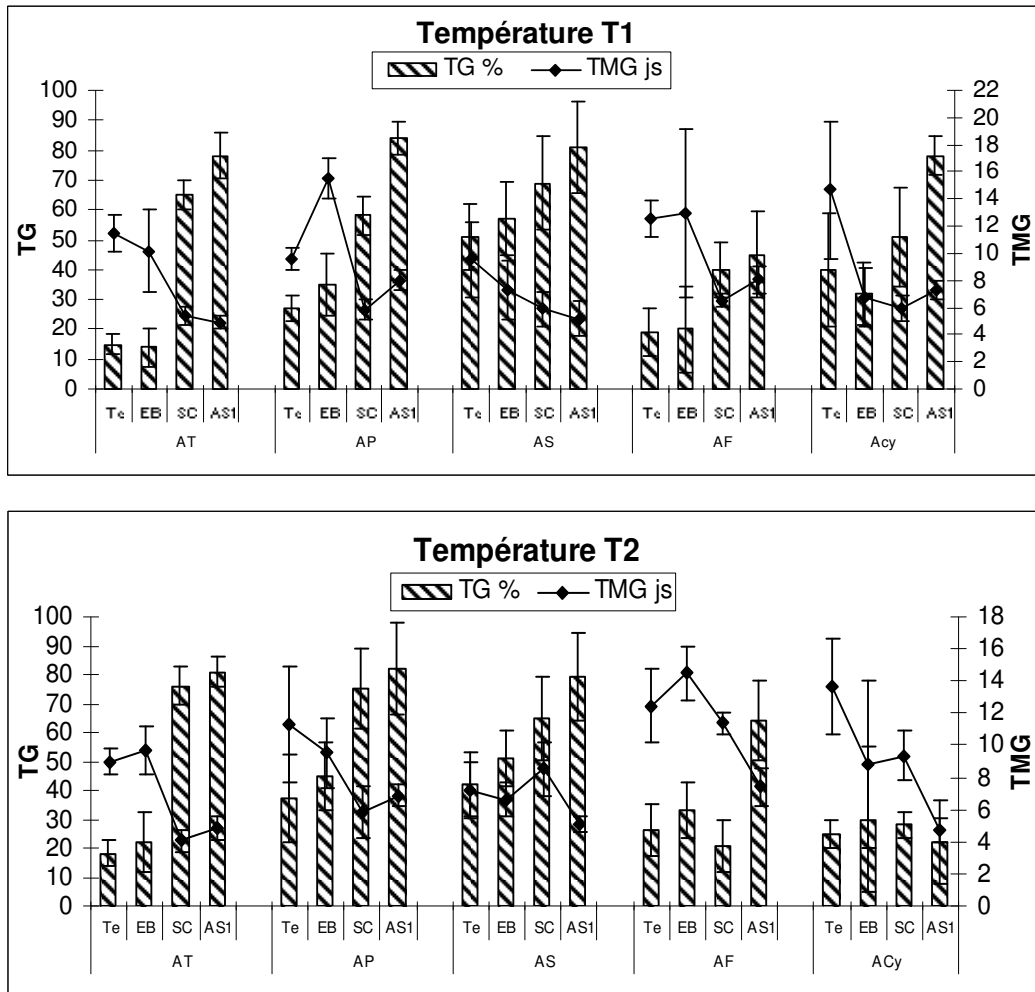
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] D.G.F., 1995. Direction générale des forêts. Inventaire national des ressources forestières et pastorales. Séminaire de Kerkennah : 28-30 juin 1995.
- [2] Le Houerou H.N., 1959. Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale. (Seconde partie : la flore). Université d'Alger. Institut des recherches sahariennes. 227p.
- [3] Floret. C et Pontanier. R., 1982. L'aridité en Tunisie présaharienne. Travaux et doc ORSTOM, Paris n° 150, 544p.
- [4] Ayyad M. A., EL-Khadi H. F., 1982. Effect of protection and controlled grazing on the vegetation of Mediterranean desert ecosystem in Northern. Egypt. Vegetation 49: 129-139.
- [5] Floret C., 1981. The effects of protection on steppic vegetation in the mediterranean arid zone of southern Tunisia. Vegetatio, 80: 477-484.
- [6] Novikoff G., 1983. Essais de lutte contre l'érosion éolienne dans les parcours à *Rhanterium suaveolens* de la jeffara et leur application. Actes du séminaire sur les problèmes de l'érosion éolienne dans les zones pré-désertiques. Projet IPAL Tunisie. IRA Medenine Tunisie. pp : 105-111.
- [7] Williams M.D. et Ungar I.A., 1972. The effect of environmental parameters on the germination growth and development of *Suaeda depressa* (Pursh) Wats. American Journal botanic. 59 (9): pp 912-918.
- [8] Bell DT. Et Bellairs S.M., 1992. Effects of temperature on the germination of selected Australian native species used in the rehabilitation of bauxite mining disturbance in Western Australia. Seed Science and Technology, 20; 47-55.
- [9] PNUD/FAO. 1979. Recherches et développement des parcours du centre Sud Tunisien. Synthèse des travaux réalisées au cours du projet et recommandation projet, AG, DP (Tun 69)001. Rapport technique : 195 p.
- [10] Koller D., 1955. The regulation of germination in seeds (review). Bull. Res. Counc. of Israel, Vol. 5 D, 85-108.

- [11] Zâafouri, MS., 1993. Contraintes du milieu et réponses de quelques espèces arbustives exotiques introduites en Tunisie présaharienne. Thèse présentée à l'Université de Droit, d'Economie et des Sciences Aix-Marseille II, 200p.
- [12] Côme D., 1970. Les obstacles à la germination. Ed. Masson et Cie, Paris, 162 p.
- [13] Dorgham A., 1989. Exigences écologiques de la germination des semences de deux espèces pastorales du sud tunisien : *Argyrolobium uniflorum* et *stipa lagascae*. DEA de physiologie végétale. Université de Tunis II Fac. Des Sci. De Tunis. 118p.
- [14] Michel B.E et Kaufman R. M., 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 600. Plant physiology, 51, 914-916.
- [15] Grouzis M et Le Floch'h., 2003. Un arbre au désert *Acacia raddiana*. IRD Editions, paris, 313p.
- [16] Neffati. M., 1994, Caractérisation morpho-biologique de quelques espèces végétales Nord Africaines: Implication pour l'amélioration pastorale. Ph, D, sci, biolo, Univ, Gent. Belgique. 264p.
- [17] Neffati M. et Akrimi N., 1996. Gene Bank of spontaneous Plants of the desert and arid zones of Tunisia. Plant Genetic resources Newsletter N° 108 : 26-32.
- [18] Behaeghe T. et Blouard R., 1962. Amélioration des semences et sélection des plantes prairiales au Congo, au Rwanda et au Burundi. Bulletin d'information de l'INEAC, XI, 4.6, pp : 307-338.
- [19] Claworthy J.N. 1984. Recherche sur le pâturage au Zimbabwe. Recherche sur l'amélioration des pâturages en Afrique Orientale et austale. Comptes rendus d'un atelier tenu à Harara, Zimbabwe, du 17 au 21 sept. 1984. Publication du CRDI Canada, pp 25-61.
- [20] Grouzis M., 1987. Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'oursi, Burkina Faso). Thèse d'Etat. Université de Paris Sud, Centre d'Orsay.335.
- [21] Vora R.S., 1989. Seed germination characteristics of selected native plants of the Low Rio. Grande Valley, Texas. Journal of range management, 42(1): 36-40.

- [22] Ndour P. et Danthu P., 1998. Effet des contraintes hydriques et salines sur la germination de quelques acacias africains. Dans : Colloques et séminaires : l'acacia au Sénégal. Editeurs scientifiques : C. Campa, C. Grignon, M. Gueye et S. Hamon. Edition Orstom : 105-122.
- [23] Tarchoun. A., 2003. Tolérance d'*Acacia salicina* aux contraintes hydrique et saline à différents stades de son développement. DEA. FSC. 82p.
- [24] Ben Miled D., Bousaid M et Adblleffi A., 1986. Tolérance au sel d'espèces annuelles du genre *Medicago* au cours de germination. Colloque sur les végétaux en milieu aride. Djerba 8- 10 sept. 1986. Fac .Sci. De Tunis ept. ACCTT, pp 586-593.
- [25] Smaoui A et Chérif A., 1986. Effet de la salinité sur la germination des graines de cotonnier. Colloque sur les végétaux en milieux arides. Djerba 8-10 septembre 1986.
- [26] Neffati et Akrimi., 1996. Etudes des caractéristiques germinatives des semences de quelques légumineuses spontanées de la Tunisie steppique. Actes de séminaire international. Revues des régions arides. 272-287.
- [27] Hardegree SP. Et Emmerich WE., 1994. Seed germination reponse to polyethylen glycol (PEG) solution depth. Seed. Sci et Techno. 22. p17.
- [28] Belkhouja K., 2000. Effet du stress hydrique sur la germination de quelques provenances de Pin d'Alep. DEA de physiologie végétal, 58p.
- [29] Bliss RD, et Platt-Aliola KA, et Thomsin W., 1986. The inhibitory effect of NaCl on barley germination. Plant cell Environ. 9, 727-733.
- [30] Khouja M.L., Tej Yacoubi M., Souayah N. et Albouchi A., 2002. Influence d'un stress osmotique sur la germination de trois provenances de Tamarugo (*Prosopis tamarigo* Phil.). Annales de l'INGREF (2002), 5 : 153-163.

Figure 1: Taux et temps moyens de germination de 5 espèces d'acacia (AT : *Acacia tortilis*, AS : *Acacia salicina*, AP : *Acacia pendula*, AF : *Acacia floribunda*, Acy : *Acacia cyanophylla*) sous l'effet des différentes températures et traitements (Te : témoin, EB : eau bouillante, SC : scarification manuelle, AS1 : acide sulfurique concentré. T1=20 °C, T2 = 25 °C, T3=30 °C).



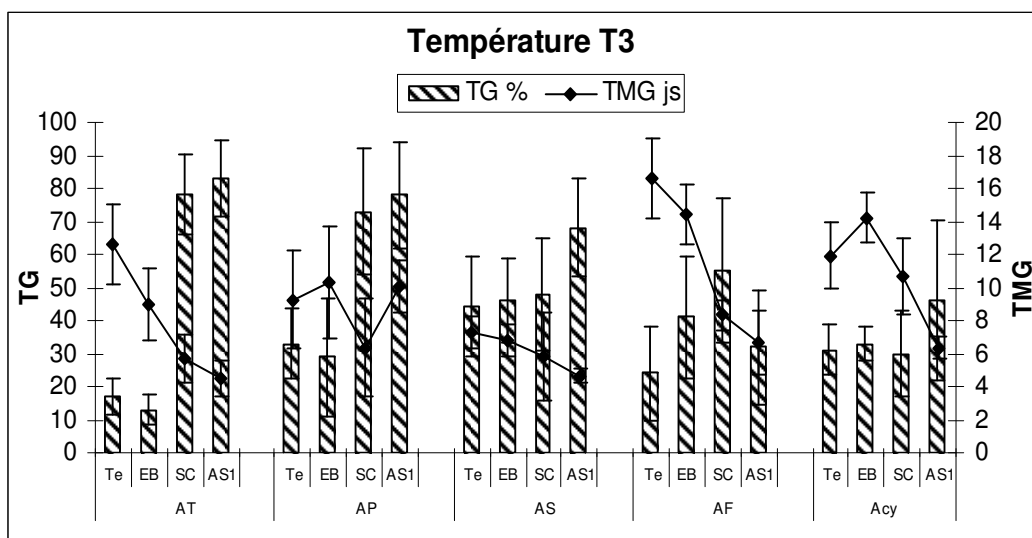
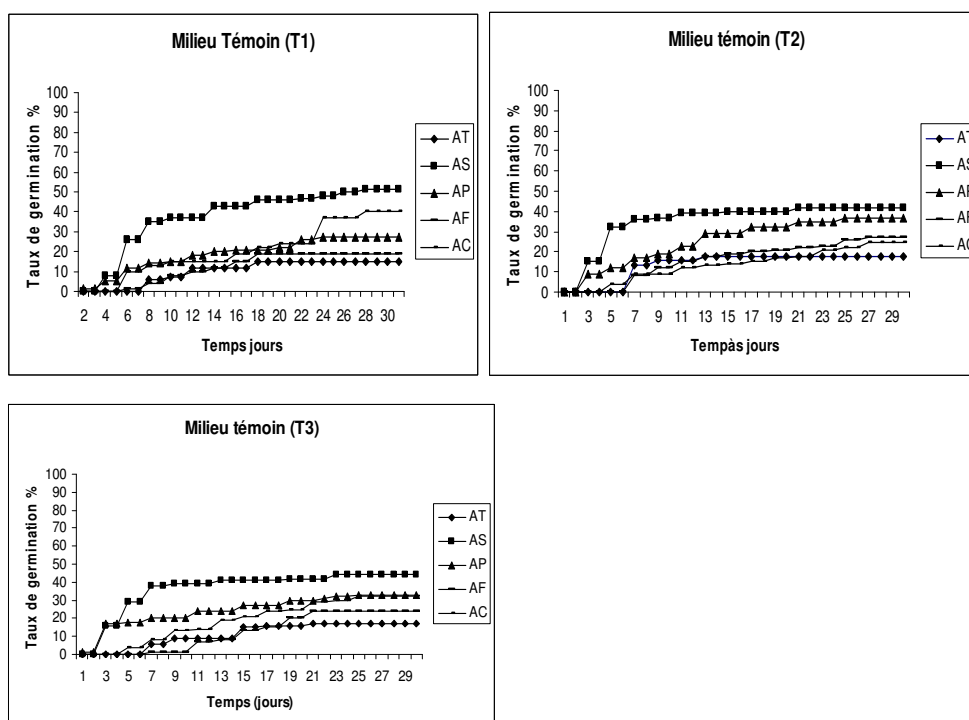
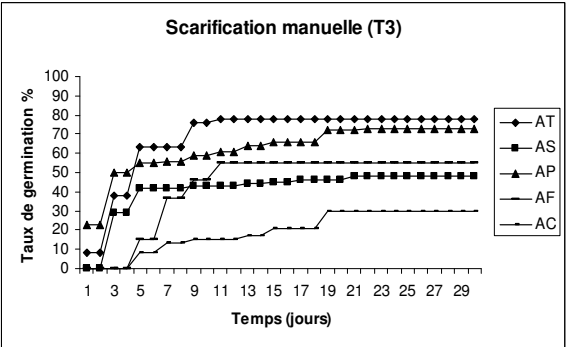
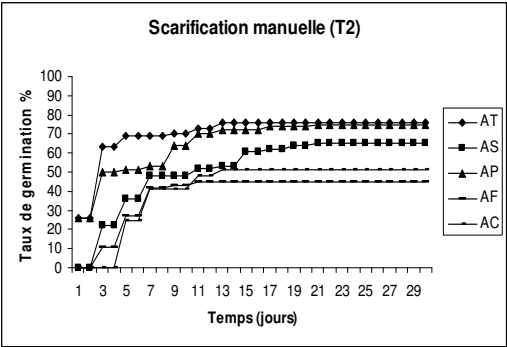
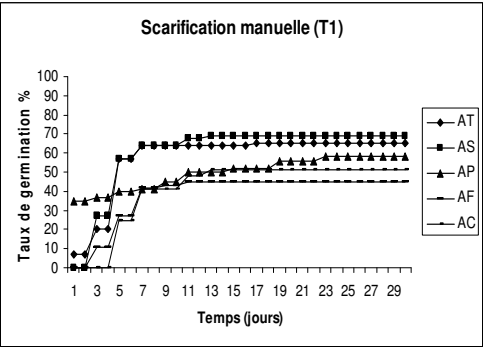
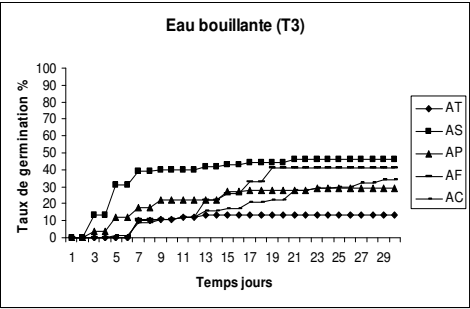
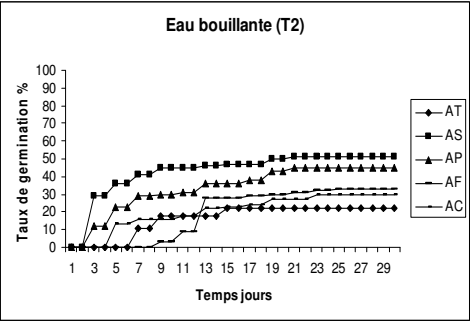
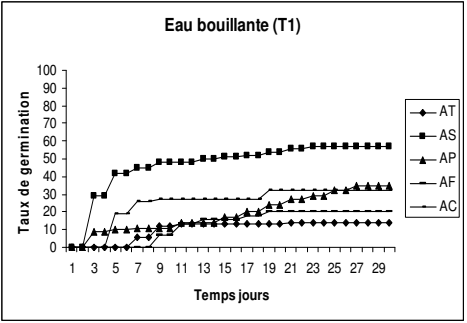


Figure 2: Cinétique de germination des 5 espèces d'acacia en fonction du temps (AT : *Acacia tortilis*, AS : *Acacia salicina*, AP : *Acacia pendula*, AF : *Acacia floribunda*, Acy : *Acacia cyanophylla*) sous l'effet des différentes températures et traitements (Te : témoin, EB : eau bouillante, SC : scarification manuelle, AS1 : acide sulfurique concentré. T1=20 °C, T2 = 25 °C, T3=30 °C).





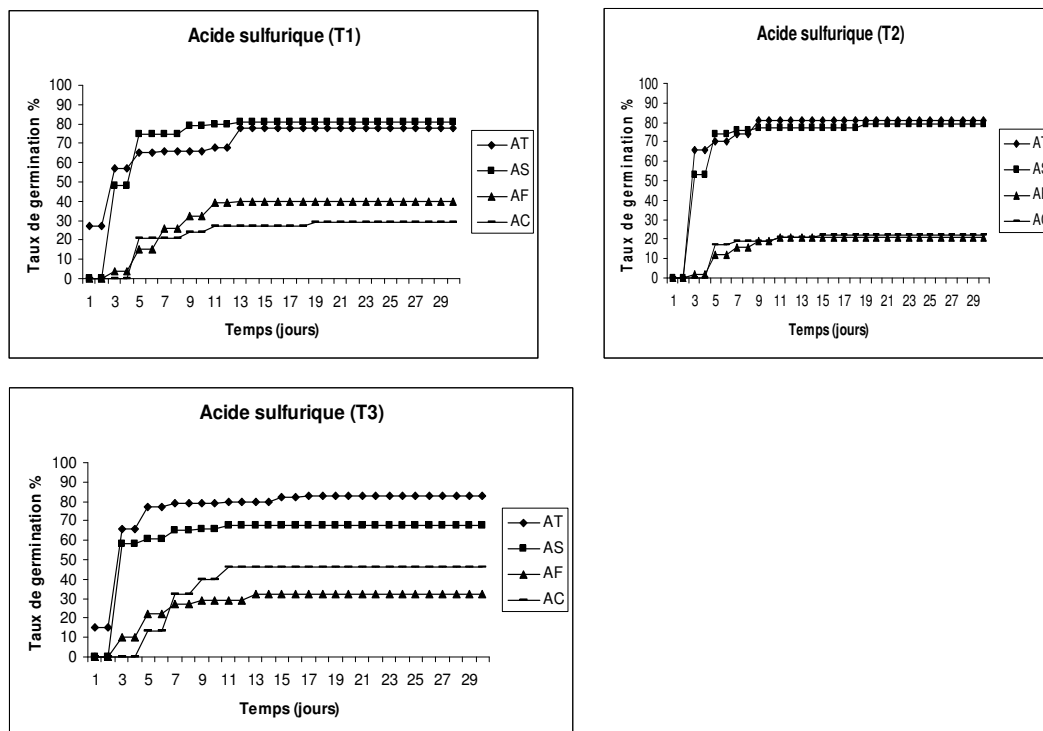


Figure 3: Taux et temps moyen de germination en fonction des espèces d'acacia (AT : *Acacia tortilis*, AS : *Acacia salicina*, AP : *Acacia pendula*, AF : *Acacia floribunda*, AC : *Acacia cyanophylla*) et du traitement salin (T₀: 0g.l⁻¹; T₁: 3g.l⁻¹; T₂: 6g.l⁻¹; T₃: 9g.l⁻¹; T₄: 12g.l⁻¹ et 15 g.l⁻¹ NaCl).

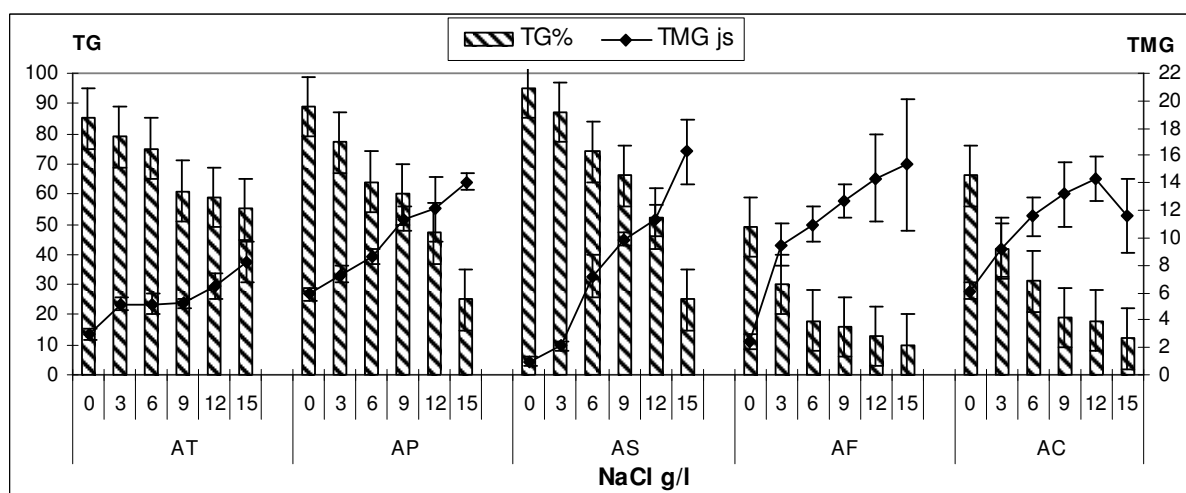


Figure 4: Cinétique de germination de 5 espèces d'Acacia (*A. tortilis*, *A. salicina*, *A. pendula*, *A. floribunda* et *A. cyanophylla*) pour chaque concentration de NaCl (0, 3, 6, 9, 12, 15 g/l).

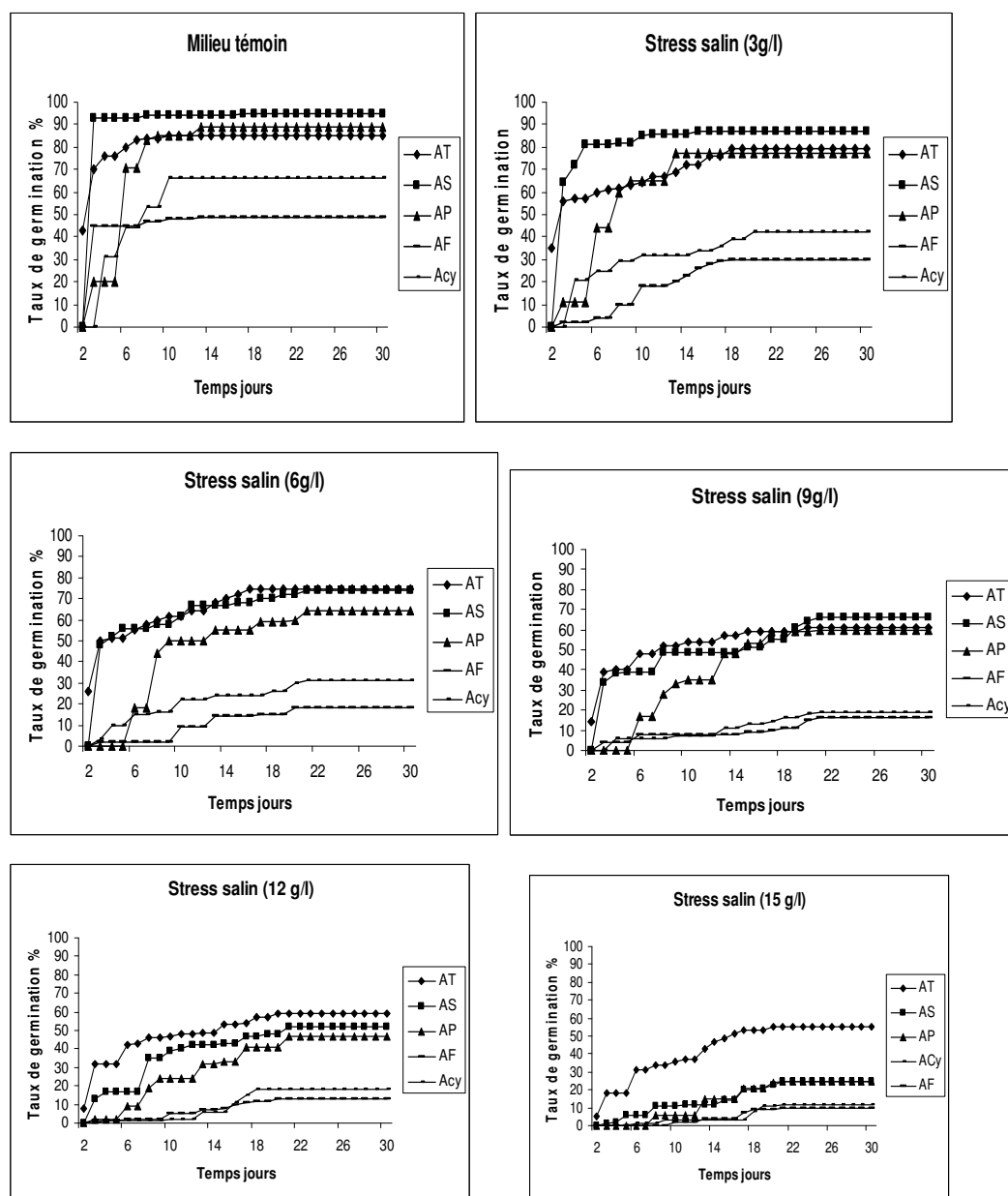


Figure 5: Taux et temps moyen de germination en fonction des 5 espèces d'acacia (AT : *Acacia tortilis*, AS : *Acacia salicina*, AP : *Acacia pendula*, AF : *Acacia floribunda*, Acy : *Acacia cyanophylla*) et du stress hydrique (0 bars, -2 bars, -4 bars, -6 bars et -8 bars).

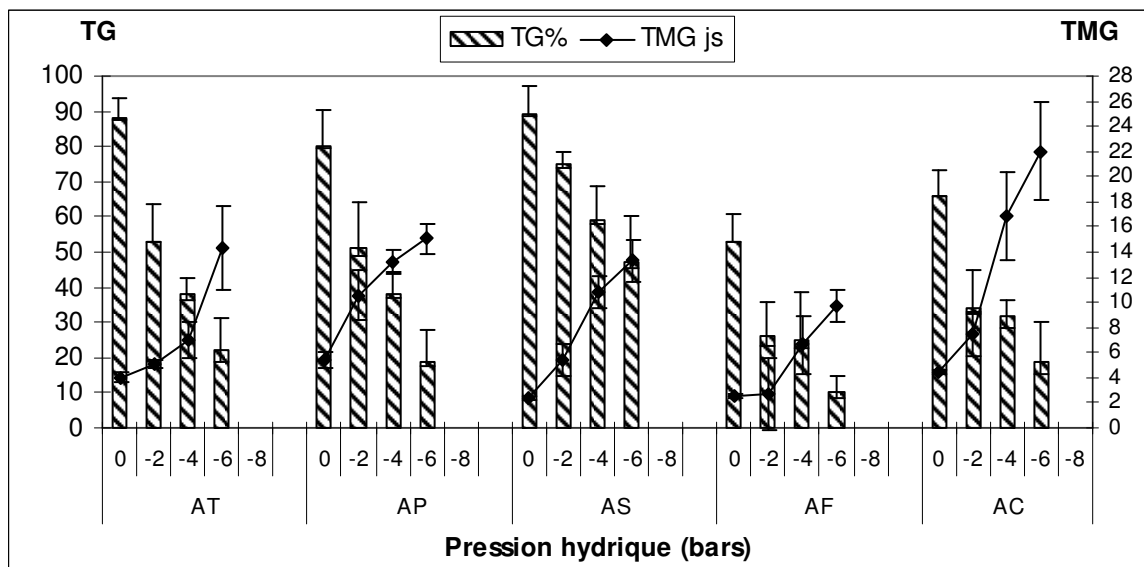
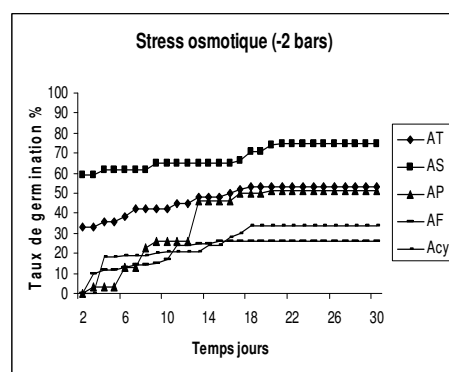
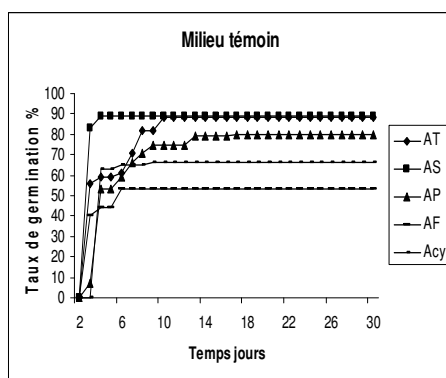


Figure 6: Cinétique de germination de 5 espèces d'acacia (*A. tortilis*, *A. salicina*, *A. pendula*, *A. floribunda* et *A. cyanophylla*) pour chaque pression osmotique (0, -2, -4, -6 bars).



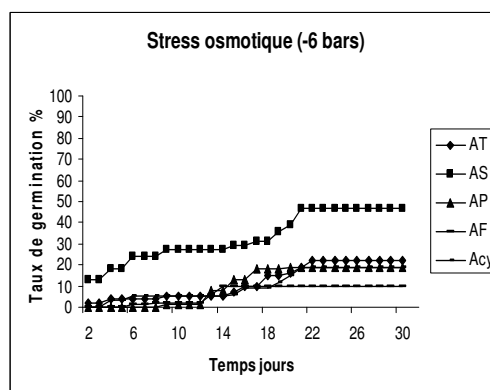
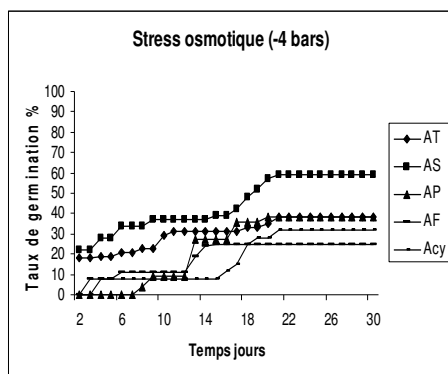


Tableau I. Comparaison des taux de germination (TG %) de 5 espèces d'Acacia (*A. tortilis*, *A. salicina*, *A. pendula*, *A. floribunda* et *A. cyanophylla*) à l'aide du test de Newman et Keuls pour chacun des traitements (0, 3, 6, 9, 12 et 15 g/l NaCl).

NaCl (g/l)	<i>A. tortilis</i>		<i>A. salicina</i>		<i>A. pendula</i>		<i>A. floribunda</i>		<i>A. cyanophylla</i>	
	TG	NS	TG	NS	TG	NS	TG	NS	TG	NS
0	85	A	95	A	89	A	49	A	66	A
3	79	A	87	A	77	B	30	B	42	B
6	75	A	74	B	60	C	18	C	31	B C
9	61	B	66	B	64	C	16	C	19	C
12	59	BC	52	C	47	D	13	C	18	C
15	55	BCD	25	D	25	E	10	C	12	C

NS: niveau de signification

Tableau II. Comparaison des taux de germination de 5 espèces d'acacia (*A. tortilis*, *A. salicina*, *A. pendula*, *A. floribunda* et *A. cyanophylla*) à l'aide du test de Newman et Keuls pour chacun des traitements (0, -2, -4, -6, -8 bars).

Pression osmotique (bars)	<i>A. tortilis</i>		<i>A. salicina</i>		<i>A. pendula</i>		<i>A. floribunda</i>		<i>A. cyanophylla</i>	
	TG	NS	TG	NS	TG	NS	TG	NS	TG	NS
0	88	A	89	A	80	A	53	A	66	A
-2	53	B	75	B	51	B	26	B	34	B
-4	38	C	59	C	38	C	25	B	32	B
-6	22	D	47	D	19	D	10	C	19	C
-8	00	E	0.00	E	0.00	E	0.00	C	0.00	D

NS : niveau de signification