

Effet des contraintes hydrique et saline sur la germination de quelques acacias africains

Paul Ndour,
Biologiste végétal – agroforestier

Pascal Danthu,
Agroforestier

Introduction

Les sécheresses récurrentes et l'anthropisation croissante ont conduit à une forte dégradation des systèmes écologiques sahéliens et soudano-sahéliens (Richard, 1990; Pontie et Gaud, 1992) et à une salinisation des sols (Sadio, 1989; Szabolcs, 1992). L'impact environnemental et social de la déforestation peut être en partie compensé par la plantation d'espèces ligneuses indigènes, assurant la mise en place d'un système forestier durable (Bonner, 1992). Parmi ces espèces, les légumineuses arborées du genre *Acacia* jouent des rôles multiples et essentiels : protection et enrichissement des sols grâce à la symbiose racinaire avec *Rhizobium*, production de bois et de fourrages aériens, participation à la nutrition humaine et à la pharmacopée (Kerharo et Adam, 1974; Le Houérou, 1980a; Dreyfus et Dommergues, 1981; Felker, 1981; Bergeret et Ribot, 1990).

Pour accroître le taux de succès et baisser le coût des opérations de reboisement de ces espèces, il est important de bien maîtriser les conditions de germination et d'élevage des plants. Or, la germination est régulée par des caractéristiques génotypiques mais aussi par les condi-

tions environnementales et, en particulier, par la disponibilité de l'eau dans le sol et la présence de sel (Sharma, 1973 ; Gutterman, 1993).

Ce travail présente une étude de la germination en condition de stress salin et hydrique de neuf espèces ligneuses africaines du genre *Acacia*, appartenant à des zones bioclimatiques très contrastées (tabl. 1). Il compare leur aptitude à germer en condition de contrainte hydrique ou saline simulée par diverses molécules (chlorure de sodium, polyéthylène glycol (PEG 400), mannitol). Il tente enfin de déterminer si la réponse aux contraintes hydriques appliquées au stade de la germination constitue un indicateur précoce fiable du comportement de la plante adulte.

Espèces	Zones bioclimatiques (isohyètes, mm)						
	Saharien < 100	Saharo- sahélien 100-200	Sahélien 200-400	Soudano- sahélien 400-600	Nord- soudanien 600-800	Sud- soudanien 800-1200	Nord- guinéen 1 200-1 500
<i>A. albida</i>	-	+	+	++	++	+	-
<i>A. dudgeoni</i>	-	-	-	-	+	++	++
<i>A. erhenbergiana</i>	++	++	+	-	-	-	-
<i>A. nilotica adansonii</i>	-	+	++	++	+	-	-
<i>A. nilotica tomentosa</i>	-	+	+	+	+	-	-
<i>A. raddiana</i>	++	++	++	+	-	-	-
<i>A. senegal</i>	-	+	++	++	+	-	-
<i>A. seyal</i>	-	-	+	++	++	+	-
<i>A. sieberiana</i>	-	-	-	+	++	++	+

■ Tableau 1

Distribution selon les zones bioclimatiques des espèces étudiées : espèce absente (-), espèce rare ou localisée dans des sites particuliers (+), espèce abondante (++) (d'après Nongonierma, 1978 ; Le Houérou, 1980b ; Von Maydell, 1980).

Matériel et méthodes

Les neuf espèces étudiées sont : *Acacia albida* Del. (*Faidherbia albida* (Del.) A. Chev.), *A. dudgeoni* Craib ex Holl., *A. ehrenbergiana* Hayne, *A. nilotica* var. *adansonii* (Guill. et Perrott.) O. Ktze., *A. nilo-*

tica var. *tomentosa* (Benth.) A.F. Hill, *A. raddiana* Savi, *A. senegal* (L.) Willd., *A. seyal* Del. et *A. sieberiana* DC.

Les protocoles expérimentaux sont adaptés de Danthu *et al.* (1992, 1996), et Ndour (1997). Avant chaque expérimentation, et afin de lever les inhibitions tégumentaires, les graines ont été scarifiées manuellement (ablation d'un fragment de tégument à l'aide d'un sécateur) ou par trempage dans l'acide sulfurique concentré (Roussel, 1984; Danthu *et al.*, 1992; Ndour, 1997). Les mesures de potentiels hydriques ont été réalisées avec un microsmomètre Roebbling 13 DR.

Les critères de comparaison sont la capacité germinative (Côme, 1975), estimée par le taux de germination cumulée (%) 10 jours après le semis, et le taux de germination relatif (GR) (Sharma, 1973). Ce dernier est estimé par $GR = Gx/Gsm$, où Gx est le taux de germination cumulé à 10 jours pour un traitement donné et Gsm le taux de germination au dixième jour en présence d'eau distillée après scarification manuelle (ce dernier traitement approchant au mieux le pouvoir germinatif du lot de graines considéré (Doran et Gunn, 1986)). L'utilisation de GR permet de comparer des lots de graines dont les pouvoirs germinatifs sont différents, ce qui est le cas ici.

Chaque expérience a été réalisée sur quatre répétitions de 50 graines chacune. Après analyse de variance, les moyennes ont été comparées par le test de Newman-Keuls au seuil de 5 %.

■ Résultats

Germination en condition de stress salin

La figure 1 et le tableau 2 comparent les taux de germination relatifs des neuf espèces d'*Acacia* en fonction de la dose de chlorure de sodium dans la solution d'imbibition des graines. Ils montrent qu'*A. nilotica tomentosa* et *A. nilotica adansonii* sont les espèces qui ont la plus grande sensibilité au sel. Le taux de germination relatif de ces espèces chute significativement dès les plus faibles concentrations (5 ou 10 g.l⁻¹ correspondant à un potentiel hydrique $\Psi = -0,3$

Espèces	Potentiel hydrique exercé par le chlorure de sodium (MPa)												F
	0	-0,3	-0,7	-1,0	-1,1	-1,2	-1,4	-1,5	-1,6	-1,7	-2,1	-2,4	
<i>A. albida</i>	0,97 ^a	0,96 ^a _a	0,98 ^a _a	0,89 ^{ab} _a	0,67 ^{bc} _{abc}	0,72 ^c _a	0,56 ^d _{bc}	0,29 ^e _{bc}	0,28 ^f _a	0,03 ^f _b	0,00 ^f _b	0,00 ^f	133,4***
<i>A. dudgeoni</i>	0,99 ^a	1,00 ^a _a	0,92 ^{ab} _a	0,88 ^{ab} _a	0,73 ^{bc} _{abc}	0,80 ^{bc} _a	0,69 ^c _{ab}	0,44 ^d _b	0,31 ^{de} _a	0,09 ^e _a	0,00 ^f _b	0,00 ^f	59,7***
<i>A. erhenbergiana</i>	1,01 ^a	0,97 ^a _a	0,95 ^a _a	0,99 ^a _a	0,82 ^{ab} _{ab}	0,77 ^b _a	0,32 ^c _d	0,24 ^c _{bcd}	0,03 ^d _c	0,00 ^d _b	0,00 ^d _b	0,00 ^d	129,9***
<i>A. nilotica adansonii</i>	0,93 ^a	0,98 ^a _a	0,64 ^b _b	0,40 ^c _c	0,08 ^d _d	0,04 ^{de} _c	0,01 ^e _e	0,00 ^e _d	0,00 ^e _c	0,00 ^e _b	0,00 ^e _b	0,00 ^e	551,0***
<i>A. nilotica tomentosa</i>	1,09 ^a	0,98 ^b _a	0,35 ^c _c	0,22 ^{cd} _d	0,09 ^d _d	0,01 ^d _c	0,00 ^d _e	0,00 ^d _d	0,00 ^d _c	0,00 ^d _b	0,00 ^d _b	0,00 ^d	93,1***
<i>A. raddiana</i>	1,00 ^a	0,98 ^a _a	0,97 ^a _a	0,94 ^{ab} _a	0,92 ^{ab} _a	0,78 ^{bc} _a	0,78 ^c _a	0,70 ^d _a	0,30 ^e _a	0,12 ^e _a	0,01 ^e _b	0,00 ^e	94,8***
<i>A. senegal</i>	0,94 ^a	0,97 ^a _a	0,97 ^a _a	0,91 ^a _a	0,91 ^a _a	0,75 ^b _a	0,65 ^c _{abc}	0,44 ^d _{abc}	0,23 ^e _{ab}	0,14 ^f _a	0,03 ^g _a	0,00 ^g	174,0***
<i>A. seyal</i>	0,90 ^a	0,78 ^{ab} _b	0,86 ^a _a	0,68 ^{bc} _b	0,54 ^c _c	0,36 ^d _b	0,14 ^e _e	0,06 ^e _{cd}	0,04 ^e _c	0,00 ^e _b	0,00 ^e _b	0,00 ^e	34,0***
<i>A. sieberiana</i>	0,89 ^a	0,98 ^a _a	0,99 ^a _a	0,99 ^a _a	0,65 ^b _a	0,44 ^b _b	0,48 ^b _c	0,16 ^c _{cd}	0,14 ^c _{cd}	0,10 ^c _a	0,00 ^c _b	0,00 ^c	53,7***
F	2,1NS	3,8*	32,3***	49,4***	16,4***	26,3***	31,3***	16,0***	15,2***	11,0***	3,4**	-	

Tableau 2

Taux de germination relatif des différents acacias en fonction du potentiel hydrique de la solution d'imbibition des graines exercé par le sel. Le test de comparaison des moyennes de Newman-Keuls au seuil de 5 % a été effectué pour chaque potentiel (colonnes : lettres en indice) et pour chaque espèce (ligne : lettres en exposant).

ou -0,7 Mpa). *A. senegal*, *A. raddiana*, *A. dudgeoni* et *A. sieberiana* sont des espèces dont la germination est la moins perturbée par la présence de sel : le taux de germination relatif n'est pas affecté par des potentiels hydriques de -1,0 et -1,1 MPa correspondant à des concentrations en sel de 15 ou 17,5 g.l⁻¹.

Lorsque le potentiel hydrique de la solution d'imbibition atteint -2,1 MPa, seul *A. senegal* a un taux de germination relatif significativement supérieur à zéro (GR = 0,03) (tabl. 2).

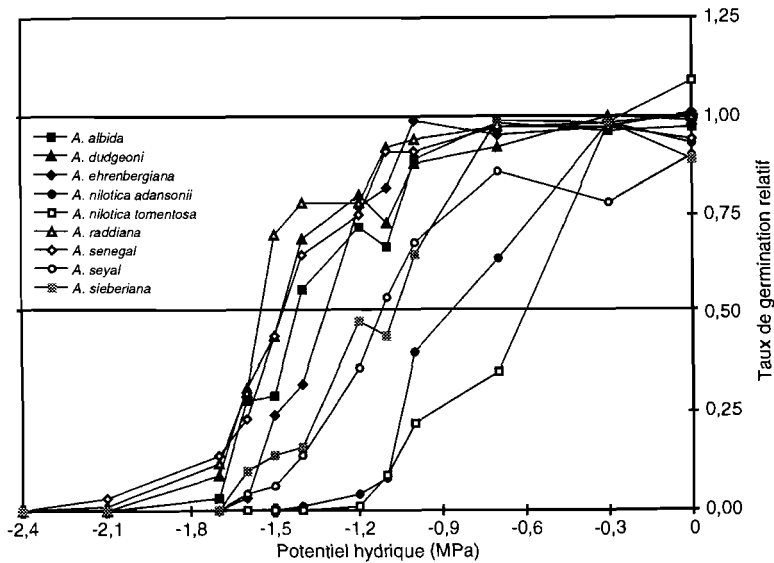


Figure 1
Effet de la contrainte hydrique simulée par NaCl sur la germination des graines d'acacias. Le taux de germination relatif est calculé par rapport au taux de germination à 10 jours, sur eau distillée.

Germination en condition de stress hydrique

Lorsque le potentiel hydrique des solutions d'imbibition est abaissé par l'adjonction de PEG, la germination d'aucune espèce n'est significativement affectée par de faibles concentrations en PEG correspondant à des potentiels hydriques supérieurs à -0,9 Mpa (fig. 2 ; tabl. 3). Quand le potentiel est inférieur à cette valeur, des diffé-

rences de sensibilité entre les espèces apparaissent et permettent de les classer selon la séquence de sensibilité décroissante suivante : *A. nilotica tomentosa* et *A. nilotica adansonii* > *A. albida*, *A. dudgeoni*, *A. erhenbergiana* et *A. seyal* > *A. senegal*, *A. raddiana* et, *A. sieberiana*).

La figure 3 et le tableau 4 comparent les taux de germination relatifs en fonction du potentiel hydrique créé dans les solutions d'imbibition par l'adjonction de mannitol, dans la limite de sa solubilité dans l'eau à 30 °C (environ 150 g.l⁻¹ correspondant à un potentiel hydrique de -1,7 MPa). De nouveau, *A. nilotica tomentosa* et *A. nilotica adansonii* sont les espèces les plus sensibles et *A. raddiana* et *A. sieberiana* sont les plus résistantes. Entre ces extrêmes, *A. albida* est plus affectée qu'*A. dudgeoni*, *A. erhenbergiana*, *A. senegal* et *A. seyal*.

Espèces	Potentiel hydrique exercé par le PEG (MPa)								
	0	-0,3	-0,6	-0,9	-1,1	-1,4	-1,8	-2,1	F
<i>A. albida</i>	0,99 ^a	1,00 ^a	0,94 ^a	1,00 ^a _{ab}	0,96 ^a _{ab}	0,89 ^a _a	0,51 ^b _b	0,09 ^c _c	92,1 ^{***}
<i>A. dudgeoni</i>	0,95 ^a	1,09 ^a	1,05 ^a	1,07 ^a _a	0,89 ^a _{ab}	0,49 ^b _b	0,25 ^c _d	0,03 ^d _c	71,0 ^{***}
<i>A. erhenbergiana</i>	0,97 ^a	1,00 ^a	1,00 ^a	0,88 ^a _{ab}	0,94 ^a _{ab}	0,86 ^b _a	0,44 ^c _{bc}	0,22 ^d _b	226,2 ^{***}
<i>A. nilotica adansonii</i>	1,00 ^a	1,02 ^a	0,96 ^a	0,97 ^a _{ab}	0,79 ^b _b	0,12 ^c _c	0,00 ^c _c	0,00 ^c _c	130,0 ^{***}
<i>A. nilotica tomentosa</i>	1,05 ^a	1,07 ^a	0,94 ^a	0,87 ^a _{ab}	0,55 ^b _c	0,18 ^c _c	0,07 ^c _e	0,00 ^c _c	54,3 ^{***}
<i>A. raddiana</i>	0,97 ^a	0,97 ^a	0,99 ^a	1,00 ^a _{ab}	0,97 ^a _{ab}	0,96 ^a _a	0,85 ^b _a	0,34 ^c _{ab}	135,3 ^{***}
<i>A. senegal</i>	0,94 ^a	0,96 ^a	0,93 ^a	0,96 ^a _{ab}	0,97 ^a _{ab}	0,94 ^a _a	0,80 ^b _a	0,35 ^c _{ab}	42,1 ^{***}
<i>A. seyal</i>	0,90 ^a	0,92 ^a	0,89 ^a	0,79 ^a _b	0,80 ^a _b	0,51 ^b _b	0,31 ^c _{cd}	0,07 ^d _c	49,0 ^{***}
<i>A. sieberiana</i>	1,07 ^a	1,08 ^a	1,05 ^a	1,07 ^a _a	1,02 ^a _a	1,01 ^a _a	0,77 ^b _a	0,42 ^c _a	13,7 ^{***}
F	1,9NS	2,2NS	1,2NS	3,2*	47,8 ^{***}	73,3 ^{***}	11,4 ^{***}	19,2 ^{***}	

■ Tableau 3

Taux de germination relatif des différents acacias en fonction du potentiel hydrique de la solution d'imbibition des graines exercé par le PEG. Le test de comparaison des moyennes de Newman-Keuls au seuil de 5 % a été effectué pour chaque potentiel (colonne : lettres en indice) et pour chaque espèce (ligne : lettres en exposant).

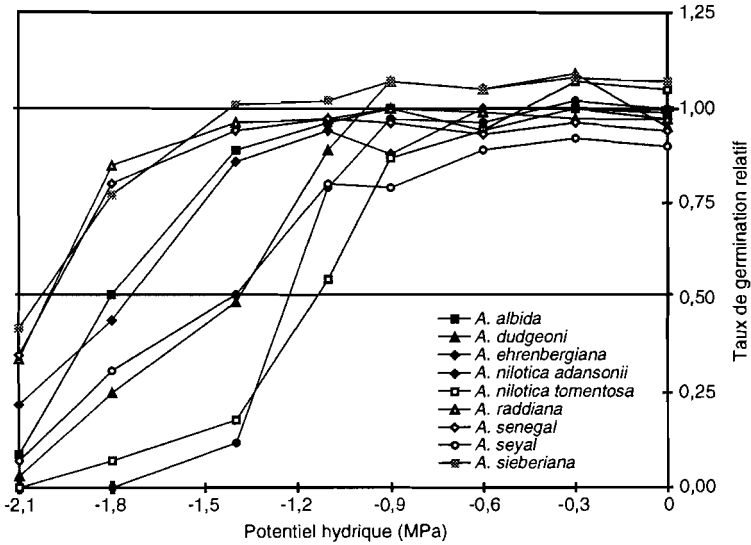


Figure 2
Effet de la contrainte hydrique simulée par le PEG 400 sur la germination des graines d'acacias. Le taux de germination relatif est calculé par rapport au taux de germination à 10 jours, sur eau distillée.

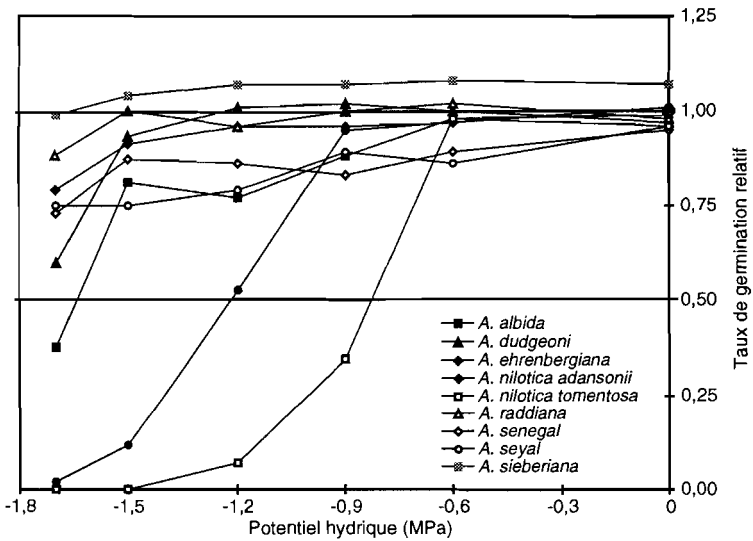


Figure 3
Effet de la contrainte hydrique simulée par le mannitol sur la germination des graines d'acacias. Le taux de germination relatif est calculé par rapport au taux de germination à 10 jours, sur eau distillée.

Espèces	Potentiel hydrique exercé par le mannitol (MPa)						F
	0	-0,6	-0,9	-1,2	-1,5	-1,7	
<i>A. albida</i>	0,96 ^a	0,98 ^a	0,88 ^b _{ab}	0,77 ^b _b	0,81 ^b _b	0,38 ^c _d	43,7***
<i>A. dudgeoni</i>	0,97 ^a	1,00 ^a	1,02 ^a _{ab}	1,01 ^a _{ab}	0,93 ^a _{ab}	0,60 ^b _c	7,3***
<i>A. erenbergiana</i>	1,01 ^a	0,97 ^a	0,96 ^a _{ab}	0,96 ^a _{ab}	0,91 ^a _{ab}	0,79 ^b _{bc}	11,2*
<i>A. nilotica adansonii</i>	1,01 ^a	0,97 ^a	0,95 ^a _{ab}	0,53 ^b _c	0,12 ^c _c	0,02 ^c _e	117,7*
<i>A. nilotica tomentosa</i>	0,99 ^a	0,98 ^a	0,35 ^b _c	0,07 ^c _d	0,00 ^c _c	0,00 ^c _e	99,0***
<i>A. raddiana</i>	0,98 ^a	1,02 ^a	1,00 ^a _{ab}	0,96 ^a _{ab}	1,00 ^a _a	0,88 ^b _{ab}	6,4**
<i>A. senegal</i>	0,95	0,89	0,83 _b	0,86 _{ab}	0,87 _b	0,73 _{bc}	1,1NS
<i>A. seyal</i>	0,96	0,86	0,89 _{ab}	0,79 _b	0,75 _b	0,75 _{bc}	2,0NS
<i>A. sieberiana</i>	1,07	1,08	1,07 _a	1,07 _a	1,04 _a	0,99 _a	0,9NS
F	1,1NS	1,5NS	22,3***	30,7***	72,4***	38,1***	

Tableau 4

Taux de germination relatif des différents acacias en fonction du potentiel hydrique de la solution d'imbibition des graines exercé par le mannitol. Le test de comparaison des moyennes de Newman-Keuls au seuil de 5 % a été effectué pour chaque potentiel (colonne : lettres en indice) et pour chaque espèce (ligne : lettres en exposant).

Discussion

Nos résultats montrent que la germination des graines d'acacias est inhibée quand le potentiel hydrique de la solution d'imbibition est abaissé. Ils démontrent que des différences significatives de sensibilité à la contrainte hydrique et/ou saline existent entre les neuf espèces étudiées et que la sensibilité de chacune des espèces dépend de la nature de l'osmoticum utilisé. Ces résultats confirment de nombreux travaux antérieurs portant sur des ligneux de zones sèches : *Acacia senegal* (Kaul et Manohar, 1966), *Atriplex nummularia* et *A. vesicaria* (Sharma, 1973), *Acacia auriculiformis*, *Embllica officinalis* et *Dendrocalamus strictus* (Totey *et al.*, 1987), le jojoba (Kayani *et al.*, 1990), *Acacia karroo*, *Acacia tortilis*, *Combretum apiculatum* et *Colophospermum mopane* (Choinsky et

Tuohy, 1991), *Leucaena leucocephala* (De Mendonça Barreto Cavalcante et Juliano Gualtieri de Andrade Perez, 1995) ou diverses légumineuses arbustives sahéliennes, (Sy, 1995).

Effet du sel

La tolérance au sel varie selon les espèces. La figure 1 permet de les classer d'après les valeurs du potentiel hydrique donnant un taux de germination relatif de 0,5. Sur ce critère, les plus tolérantes sont *A. albida*, *A. dudgeoni*, *A. erhenbergiana*, *A. raddiana* et *A. senegal*. Les plus sensibles sont *A. nilotica tomentosa* et *A. nilotica adansonii*. Une autre façon d'évaluer la sensibilité des espèces est de repérer la valeur du potentiel hydrique à partir de laquelle le taux de germination relatif est significativement inférieur à celui des témoins (germination en absence d'osmoticum). Ce critère confirme la sensibilité au sel d'*A. nilotica tomentosa* et *A. nilotica adansonii* (respectivement -0,3 et -0,7 MPa). Il met aussi en évidence un groupe d'espèces tolérantes dont la germination n'est affectée que pour des potentiels de -1,2 MPa : *A. erhenbergiana*, *A. raddiana* et *A. senegal* ou -1,1 MPa : *A. albida*, *A. dudgeoni* et *A. sieberiana* (tabl. 2).

De façon générale, les neuf espèces étudiées sont parmi les plus tolérantes au sel. Certaines de leurs graines parviennent même à germer en présence d'une solution saline de concentration proche de celle de l'eau de mer (35 g.l⁻¹, soit -2,1 MPa) : 1 % des graines d'*A. raddiana* et 3 % des graines d'*A. senegal* (fig. 1 ; tabl. 2). Les valeurs limites sont très supérieures à celles publiées par Totey *et al.* (1987) pour *Acacia auriculiformis* (dont la germination est réduite dès que la concentration saline atteint 4,6 g.l⁻¹), par Kayani *et al.* (1990) pour le jojoba (réduction de 50 % de la capacité germinative à 5 g.l⁻¹) et par De Mendonça Barreto Cavalcante et Juliano Gualtieri de Andrade Perez (1995) pour *Leucaena leucocephala*.

Effets de la contrainte hydrique seule

La sensibilité spécifique au stress hydrique peut être évaluée à partir des effets des deux osmoticums organiques (fig. 2 et 3). En prenant pour base les valeurs du potentiel osmotique de la solution d'imbibition correspondant à un taux de germination relatif de 0,5,

trois groupes d'espèces peuvent être dégagés. Le premier regroupe les deux espèces les plus sensibles à la contrainte hydrique : *A. nilotica tomentosa* et *A. nilotica adansonii*. Un autre groupe rassemble les espèces les plus tolérantes : *A. raddiana*, *A. senegal* et *A. sieberiana*. Le dernier groupe comprend les espèces de sensibilité intermédiaire : *A. albida*, *A. dudgeoni*, *A. erhenbergiana* et *A. seyal*. Les effets sont généralement plus marqués en présence de PEG qu'en présence de mannitol. Les taux de germination relatifs deviennent significativement inférieurs à ceux des témoins (germination en absence d'osmoticum) quand le potentiel hydrique du milieu atteint -0,9 MPa ou -1,2 MPa pour le groupe des espèces les plus sensibles (*A. nilotica tomentosa* et *A. nilotica adansonii*) et -1,7 ou -1,8 MPa pour le groupe des espèces les plus résistantes (*A. raddiana*, *A. senegal* et *A. sieberiana*) (tabl. 3 et 4). Les valeurs mesurées pour ce dernier groupe sont beaucoup plus basses que celles données dans la littérature pour des espèces de zones sèches. Ainsi, Singh *et al.* (1991) ont montré que les graines de nombreuses espèces d'acacias utilisées en Inde ne germent pas dès que le potentiel hydrique atteint -0,9 ou -1,2 MPa. La germination d'*A. tortilis* et d'*A. karroo* est nulle pour Ψ - 0,8 MPa (Choinsky et Tuohy, 1991). Celle d'*Atriplex vesicaria* et *A. nummularia* s'annule lorsque Ψ atteint -0,2 ou -0,4 MPa (Sharma, 1973). De même, les seuils obtenus par Sy (1995) sur différentes légumineuses sahéliennes sont plus élevés que ceux que nous avons mesurés dans cette étude, puisque cet auteur a montré qu'aucune graine ne germe pour un potentiel hydrique inférieur à -1,44 MPa. Par contre, nos résultats confirment les valeurs obtenues par Grouzis *et al.* (1986) sur diverses espèces sahéliennes.

Comparaison des trois osmoticums

La figure 4 permet de comparer directement les réactions de chaque espèce aux contraintes exercées par les trois osmoticums. Pour la plupart des espèces, à potentiel hydrique égal, le traitement par NaCl inhibe davantage la germination que les traitements non salins. Cette différence pourrait s'expliquer pour le double effet osmotique et toxique du chlorure de sodium comme l'ont souligné Uno *et al.* (1996), par exemple.

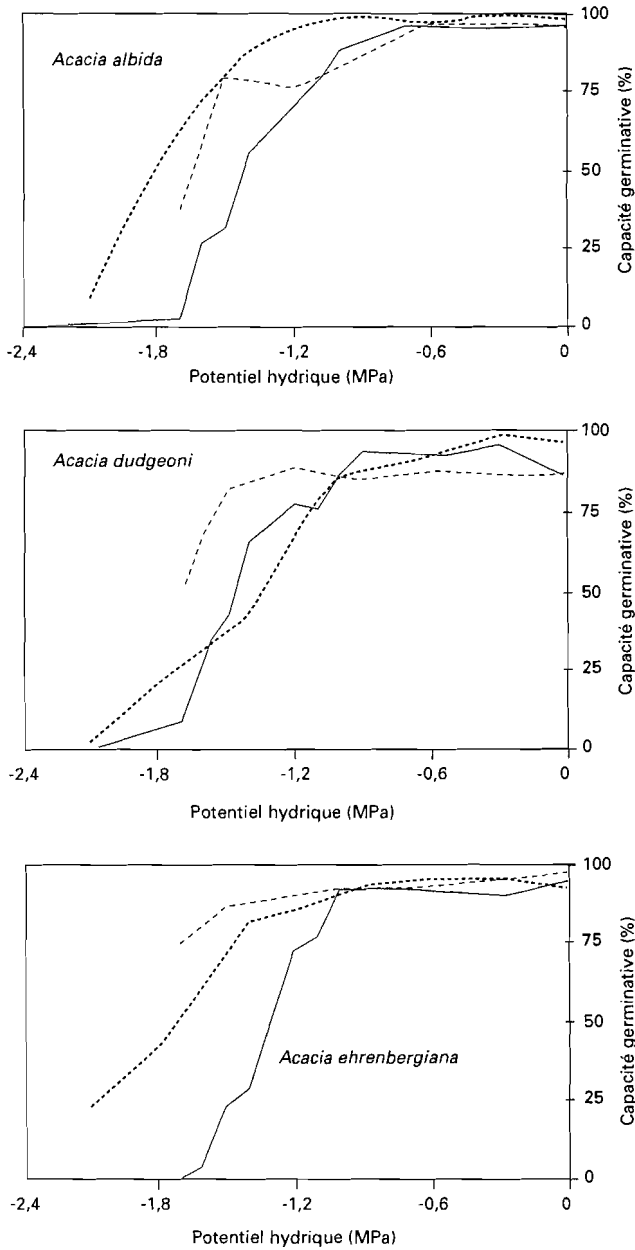
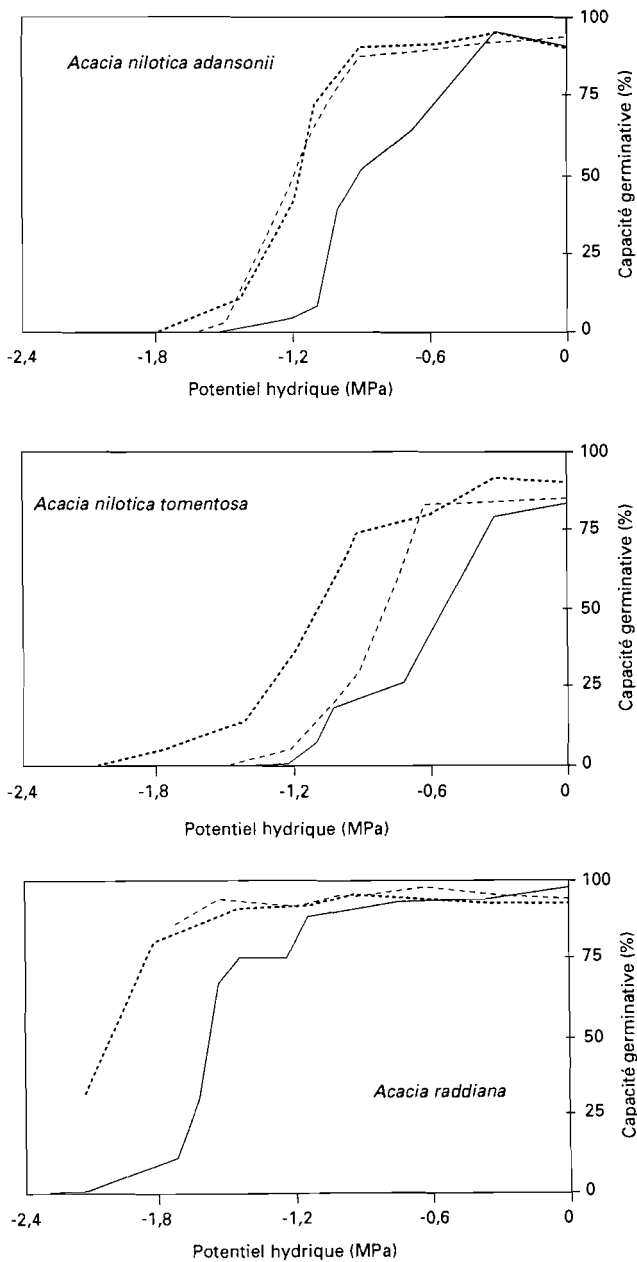
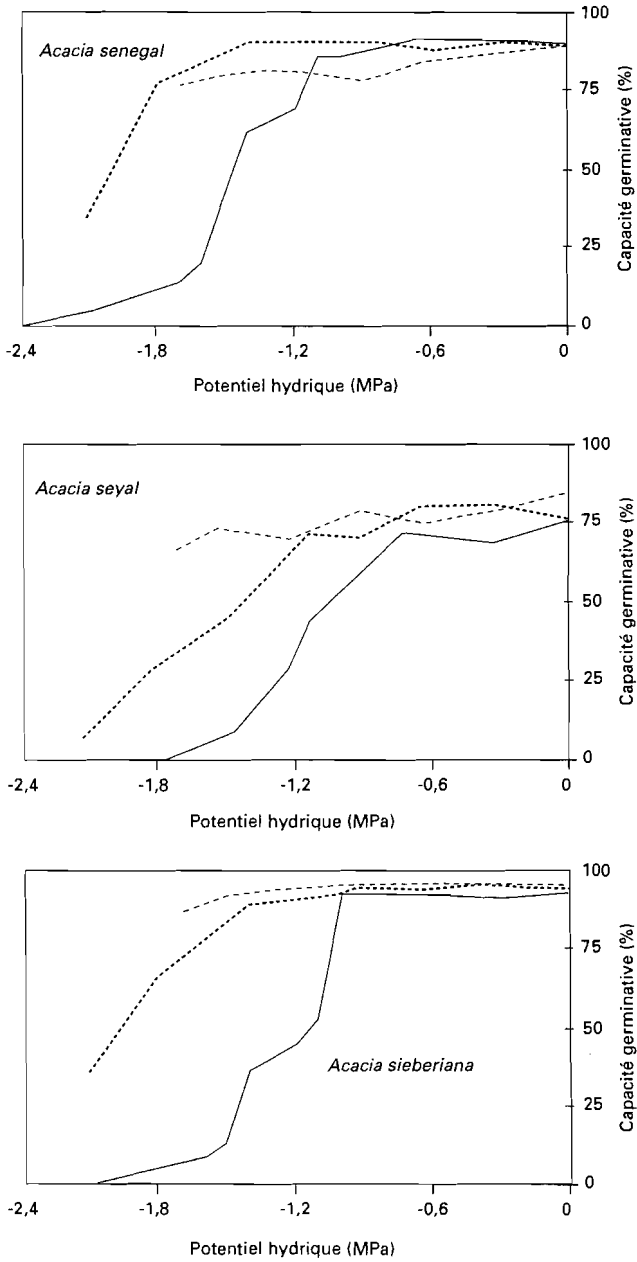


Figure 4
 Comparaison des effets des contraintes hydriques simulées par NaCl, PEG et mannitol sur la capacité germinative des graines d'acacias (NaCl (—), PEG 400 (-----), mannitol (.....)).



■ Figure 4 (Suite)

Comparaison des effets des contraintes hydriques simulées par NaCl, PEG et mannitol sur la capacité germinative des graines d'acacias (NaCl (—), PEG 400 (-----), mannitol (.....)).



■ Figure 4 (Suite et fin)
Comparaison des effets des contraintes hydriques simulées par NaCl, PEG et mannitol sur la capacité germinative des graines d'acacias (NaCl (—), PEG 400 (- - -), mannitol (.....)).

La différence entre l'effet du mannitol et du PEG est quant à elle beaucoup moins nette. Cependant, à potentiel hydrique égal, le PEG 400 a généralement un effet identique ou plus dépressif que le mannitol. Delachiave *et al.* (1994) ont noté que *Stylosanthes guianensis* est beaucoup plus sensible au PEG qu'au mannitol tandis que Manohar (1966) sur *Pisum sativum* et Zekri (1993) sur *Citrus sp.* ont montré que ces espèces sont plus sensibles au mannitol qu'au PEG. Manohar (1966) lie cela au fait que le PEG ne serait pas absorbé par les plantes au contraire du mannitol, ce qui aurait un effet nocif sur la germination. Or, d'autres auteurs ont montré que le PEG est, lui aussi, absorbé par les cellules (Lawlor, 1970; Newton *et al.*, 1990). De plus, il faut tenir compte des poids moléculaires des PEG utilisés (4 000 pour Manohar (1966) ou 8 000 pour Zekri (1993)), dont la pénétrabilité cellulaire et la toxicité sont différentes, ce qui empêche toute généralisation.

Conclusion

Si certains travaux ont mis en évidence une relation entre les propriétés germinatives des semences et l'écologie de la plante entière (Saint-Clair, 1976; Fady, 1992), ce n'est pas le cas de nos résultats. Le tableau 5 qui rassemble en trois groupes les espèces étudiées sur le critère de leur tolérance au stress salin ou hydrique montre, par exemple, que toutes nos expérimentations classent *A. nilotica adansonii* et *A. nilotica tomentosa* comme espèces sensibles au sel et à la sécheresse alors que leur écologie est sahélienne ou soudano-sahélienne (Nongonierma, 1978; Le Houérou, 1980b; Von Maydell, 1990). À l'opposé, *A. dudgeoni* qui est l'espèce la plus ombrophile germe très bien en condition de contrainte hydrique, aussi bien qu'*A. erhenbergiana*, espèce très xérique. Ces constatations rejoignent celles de Sharma (1973), Grouzis *et al.* (1986), Kayani *et al.* (1990), ou encore Qi et Redman (1993) qui montrent que la tolérance des graines au stress hydrique n'est pas corrélée à l'habitat des plantes adultes. L'aptitude à germer en condition de stress hydrique ou salin n'est donc pas un critère déterminant de la répartition écologique des taxons. Cela pourrait

s'expliquer par le fait que la germination qui se déroule toujours en saison des pluies est moins tributaire des conditions environnementales que le développement de la plante entière. Elle pourrait aussi indiquer des stratégies d'installation différentes : les espèces comme *A. raddiana*, *A. senegal*, *A. sieberiana* et *A. seyal*, qui germent en condition de stress hydrique important, seraient capables de s'établir rapidement dès le début de la saison des pluies, ayant ainsi un avantage compétitif sur les autres espèces ; par contre, *A. nilotica adansonii* et *A. nilotica tomentosa*, sensibles au stress hydrique, germeraient plus tard, une fois la saison des pluies installée et donc avec moins de risque pour la plantule de subir une poche de sécheresse.

Contrainte	Tolérance mesurée		
	Élevée	Moyenne	Faible
Sel	<i>A. albida</i> <i>A. dudgeoni</i> <i>A. erhenbergiana</i> <i>A. raddiana</i> <i>A. senegal</i>	<i>A. sieberiana</i> <i>A. seyal</i>	<i>A. nilotica adansonii</i> <i>A. nilotica tomentosa</i>
Polyéthylène glycol	<i>A. raddiana</i> <i>A. senegal</i> <i>A. sieberiana</i>	<i>A. albida</i> <i>A. dudgeoni</i> <i>A. erhenbergiana</i> <i>A. seyal</i>	<i>A. nilotica adansonii</i> <i>A. nilotica tomentosa</i>
Mannitol	<i>A. dudgeoni</i> <i>A. erhenbergiana</i> <i>A. raddiana</i> <i>A. senegal</i> <i>A. seyal</i> <i>A. sieberiana</i>	<i>A. albida</i>	<i>A. nilotica adansonii</i> <i>A. nilotica tomentosa</i>
Naturelle (<i>in situ</i>)	<i>A. erhenbergiana</i> <i>A. raddiana</i>	<i>A. albida</i> <i>A. nilotica adansonii</i> <i>A. nilotica tomentosa</i> <i>A. senegal</i>	<i>A. dudgeoni</i> <i>A. sieberiana</i>

Tableau 5

Classement des différentes espèces d'acacia en fonction de leur faculté à germer sous une contrainte hydrique ou saline simulée et de leur écologie (résistance à la sécheresse *in situ*). Classement réalisé d'après les tableaux 1,2,3, 4 et les figures 1, 2, 3.

En conclusion, ce travail montre que le critère de la germination en condition de stress hydrique ou salin n'est pas fiable et utilisable pour classer les espèces car les résultats dépendent en partie de la méthode utilisée pour appliquer la contrainte hydrique.

D'autre part, il montre que les réponses des différentes espèces obtenues au stade germination ne rendent pas compte de l'écologie de la plante adulte mais plutôt de stratégies d'installation différentes.

La sélection et la comparaison d'espèces (ou de provenances) sur le critère de la tolérance à la sécheresse ou au sel, ne peut donc se faire au stade germination. Il est donc utile de poursuivre les investigations sur les stades ultérieurs de développement des plantules.

Remerciements

Cette étude a été menée dans le cadre du Projet National de Semences Forestières du Sénégal (PRONASEF / FAO / Pays-Bas, GPC / SEN / 039 / NET) et supporté par l'Union Européenne (Programme STDIII, contrat CT 92-0047).

Bibliographie

- BERGERET (A.), RIBOT (J. C.), 1990 - *L'arbre nourricier en pays sahélien*. Maison des sciences de l'homme, Paris, 237 p.
- BONNER (F. T.), 1992 - Seed technology : a challenge for tropical forestry. *Tree Planters' Notes*, 43 : 42-145.
- CHOINSKI (J. S.), TUOHY (J. M.), 1991 - Effect of water potential and temperature on the germination of four species of African savanna trees. *Ann. Bot.*, 8 : 227-233.
- CÔME (D.), 1975 - Quelques problèmes de terminologie concernant les semences et leur germination. *In* La germination des semences, Gauthier-Villars, Paris, 11-26.
- DANTHU (P.), ROUSSEL (J.), DIA (M.), SARR (A.), 1992 - Effect of pretreatment on the germination of *Acacia senegal* seeds. *Seed Sci. and Technol.*, 20 : 111-117.
- DANTHU (P.), GAYE (A.), ROUSSEL (J.), SARR (A.), 1996 - Long term conservation of seed pretreated by sulfuric acid. *In* Innovations in tropical tree seed technology. Danida Forest Seed Centre, Humlebaek, 37-44.

- DELACHIAVE (M. E. A.), PEDRAS (J. F.), RODRIGUES (J. D.), DE MORAES (J. A. P. V.), 1994 - Efeito do potencial agua na germinação de sementes de *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. *Phyton*, 56 : 127-132.
- DE MENDONÇA BARRETO CAVALCANTE (A.), JULIANO GUALTIERI DE ANDRADE PEREZ (S. C.), 1995 - Efeitos dos estresses hídrico e salino sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Pesq. Agropec. Bras.*, 30 : 281-289.
- DORAN (J. C.), GUNN (V.), 1986 - Treatments to promote seed germination in Australian acacias. In *Australian Acacias in Developing Countries*, JW Turnbull Ed, Gympie, Australie, 57-63.
- DREYFUS (B. L.), DOMMERGUES (Y. R.), 1981 - Nodulation of *Acacia* species by fast- and slow-growing tropical strains of *Rhizobium*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 41 : 97-99.
- FADY (B.), 1992 - Effect of osmotic stress on germination and radicle growth of five provenances of *Abies cephalonica* Loud. *Acta Oecol.*, 13 : 67-69.
- FELKER (P.), 1981 - Uses of tree legumes in semiarid regions. *Econ. Bot.*, 35 : 174-186.
- GROUZIS (M.), LEGRAND (E.), PALE (F.), 1986 - Germination des semences des régions semi-arides du Sahel. In *Actes du Colloque « Les végétaux en milieu aride »*, *Jerba*: 534-552.
- GUTTERMAN (Y.), 1993 - Strategies of dispersal and germination in plants inhabiting deserts. *Bot. Rev.*, 60 : 373-425.
- KAUL (R. N.), MANOHAR (M. S.), 1966 - Germination studies on arid zone tree seeds. I. *Acacia senegal* Willd. *Indian Forester*, 92 : 499-503.
- KAYANI (S. A.), NAQVI (H. H.), TING (I. P.), 1990 - Salinity effects on germination and mobilisation of reserves in jojoba seeds. *Crop. Sci.*, 30 : 704-708.
- KERHARO (J.), ADAM (J. G.), 1974 - La pharmacopée sénégalaise traditionnelle. Vigot Frères, Paris, 1011 p.
- LAWLOR (D. W.), 1970 - Absorption of polyethylene glycols by plants and their effects on plant growth. *New Phytol.*, 69 : 501-513.
- LE HOUÉROU (H. N.), 1980a - Le rôle des arbres et arbustes dans les pâturages sahéliens. In *Le rôle des arbres au Sahel*. CRDI, Ottawa, 19-32.
- LE HOUÉROU (H. N.), 1980b - The role of browse in the sahelian and sudanian zones. In *Browse in Africa. The current state of knowledge*. ILCA, Addis Ababa: 83-100.
- MANOHAR (M. S.), 1966 - Effects of « osmotic » systems on germination of peas (*Pisum sativum* L.). *Planta*, 71 : 81-86.
- NDOUR (P.), 1997 - Comportement de quelques espèces du genre *Acacia* en condition de stress hydrique et salin simulé. DEA Biologie végétale, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, 80 p.
- NEWTON (R. J.), PURYEAR (J. D.), BHASKARAN S., SMITH RH.), 1990 - Polyethylene glycol content of osmotically callus cultures. *J. Plant. Physiol.*, 135 : 646-652.
- NONGONIERMA (A.), 1978 - Contribution à l'étude biosystématique du genre *Acacia* Miller (Mimosaceae) en Afrique occidentale. Thèse Doctorat d'Etat.

- Université Cheikh Anta Diop, Dakar. -
Tome I. Texte, 451 p - Tome II -
Tableaux, non paginé.
- PONTIE (G.), GAUD (G.), 1992 -
L'environnement en Afrique.
Afrique contemporaine, Paris, 249 p.
- QI (M. Q.), REDMAN (R. E.), 1993 -
Seed germination and seedling
survival of C3 and C4 grasses
under water stress. *J. Arid. Envir.*,
24 : 277-285.
- RICHARD (J. F.), 1990 -
La dégradation des paysages en
Afrique de l'Ouest. Aupelf, UICN,
Orstom, Enda, Dakar, 310 p.
- ROUSSEL (J.), 1984 -
Germination des semences
forestières : utilisation de l'acide
sulfurique en prétraitement des
principales espèces sahéliennes,
soudano-sahéliennes et exotiques.
Fiche technique n° 3. CNRF/ISRA,
Dakar, 5 p.
- SADIO (S.), 1989 -
Pédogenèse et potentialités
forestières des sols sulfatés acides
salés des tannes du Sine Saloum,
Sénégal. Landbouwniversiteit,
Wageningen, 270 p.
- SAINT-CLAIR (P. M.), 1976 -
Germination of *Sorghum bicolor*
under polyethylene glycol-induced
stress. *Can. J. Plant. Sci.*, 56 : 21-24.
- SHARMA (M. L.), 1973 -
Simulation of drought and its effect
on germination of five pasture
species. *Agro. J.*, 65 : 982-987.
- SINGH (C.), KHAJURIA (H. N.),
SINGH (A.), SHARMA (R.), 1991 -
Acacias for arid regions. *Acta Bot.
Indica*, 19 : 29-32.
- SY (A.), 1995 -
Etude de trente quatre légumineuses
herbacées du Sénégal :
germination des graines
et caractérisation de leurs
micro-organismes symbiotiques.
DEA biologie Végétale, Université
Cheikh Anta Diop, Dakar, 52 p.
- SZABOLCS (I.), 1992 -
Salinization of soil and water and its
relation to desertification.
Desertification Control Bulletin,
21 : 32-37.
- TOTEY (N. G.), KULKARNI (R.),
BHOWMIK (A. K.), KHATRI (P. K.),
DAHIA (V. K.), PRASAD (A.), 1987 -
Afforestation of salt affected
wasteland I-Screening of forest tree
species of Madhya Pradesh for salt
tolerance. *Indian Forester*,
113 : 805-815.
- UNO (Y.), KANACHI (M.), INAGAKI (N.),
SUGIMOTO (M.), 1996 -
The evaluation of salt tolerance
during germination and vegetative
growth of asparagus, table beet and
sea aster. *J. Japan Soc. Hort. Sci.*,
65 : 579-585.
- VON MAYDELL (H. J.), 1990 -
Arbres et arbustes du Sahel :
leurs caractéristiques et leurs
utilisations. GTZ, Verlag Josef
Margraf, Eschborn, 531 p.
- ZEKRI (M.), 1993 -
Osmotic and toxic ion effects
on seedling emergence and nutrition
of citrus rootstocks. *J. Plant. Nutr.*,
16 : 2013-2028.