

## INFLUENCE DE LA SALINITE SUR LA NUTRITION MINERALE DU BLE DUR

Z. BELDJOUDI <sup>(1)</sup>, Y. DAUD <sup>(2)</sup>, R. BRADAI <sup>(1)</sup>

(1) Laboratoire Science du Sol, Institut National de la Recherche Agronomique (INRAA)  
BP 37, Station Mehdi Boualem Baraki, Alger.

(2) Département des Sciences du Sol- INA El Harrach, Alger

**Résumé :** Les sols affectés par les sels sont souvent pauvres en éléments nutritifs essentiels. La croissance et le rendement des cultures sont plus faibles lorsque la nutrition minérale est insuffisante ou déséquilibrée. Par exemple, l'assimilation des éléments minéraux par le blé, qui est une culture modérément tolérante aux sels, peut être inhibée en présence de fortes teneurs en sels. Dans ce sens, un essai expérimental a été mené sous serre, en vase de végétation pour étudier l'effet de quatre niveaux de NaCl (0, 2, 4, 6 g/l de NaCl) sur l'assimilation de l'azote et du potassium de six cultivars de blé dur (Mohamed Ben-Bachir, Hedba, Mexicali, Oued-Zenati, Vitron et Waha). Les résultats obtenus montrent l'effet inhibiteur du NaCl sur l'assimilation de N et de K par le blé. En effet, l'assimilation de l'azote et du potassium est fortement diminuée par celles du sodium et du chlore. Les antagonismes K/Na et N/Cl sont fortement marqués au niveau de la composition chimique de la matière sèche. Ces résultats expérimentaux, obtenus en conditions contrôlées, montrent que les cultivars étudiés ont des réactions différentes, quant à leurs nutrition minérale, vis à vis des concentrations croissantes en chlorure de sodium. Ces conclusions suggèrent l'importance du choix adéquat des cultivars dans la stratégie de développement de la production céréalière dans les zones où les sols et/ou les eaux d'irrigation sont riches en sels solubles chlorurés.

**Mots clés :** NaCl, blé dur, nutrition minérale, potassium, azote

**Abstract :** Soils affected by salts are often poor on essential nutrient elements. The growth and yield of cultivars are more low when the mineral nutrient is insufficient or unbalanced. For instance, wheat nutrient element uptake which is moderate salt tolerant culture can be inhibited in presence of high salinity concentration. In this propose, an experimental trial was conducted in pot experimental in green house in order to study the effect of four levels of NaCl (0, 2, 4 and 6 g NaCl/l) on nitrogen and potassium uptake of six durum wheat (Mohamed Ben-Bachir, Hedba, Mexicali Vitron and Waha). The results showed the NaCl inhibitory effect on the N and K uptake by the wheat plant. In fact, the uptake of nitrogen and potassium is decreased strongly by those of sodium and chlorite. The K/Na and N/Cl antagonisms are marked strongly to the level of the chemical composition of the plant dry matter. These experimental results obtained, in controlled conditions, show that the studied cultivars have different reactions in relation to increasing concentrations in chloride of sodium, from where the importance of the choice of the cultivars in the strategy of the development of the cereals production in surroundings where the soils orland the waters of irrigation are rich in chloride soluble salts.

**Key words :** NaCl, durum wheat, mineral nutrient, potassium, nitrogen.

## INTRODUCTION

L'absorption des éléments minéraux par les plantes est limitée sous de fortes concentrations salines (Maas, 1990 ; Beldjoudi, 1993 ; Snoussi et Halitim, 1998). En effet, la dynamique de l'azote dans le sol est sévèrement affectée en conditions salines ; Pessaraki et Tucker, (1988) Singh et al., (1992) ont expliqué la grande déficience en azote dans les sols salins par sa perte sous forme gazeuse. L'assimilation de l'azote par le blé, qui est une culture modérément tolérante aux sels, peut être inhibée en présence des concentrations élevées de NaCl et de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dans la zone racinaire (Pessaraki et Tucker, 1988).

En revanche, l'élévation de la teneur en azote dans les variétés étudiées par Chhipa et Lal (1992) a été liée à l'accumulation des protéines ; la contraction du protoplast détruit les liaisons intercellulaires et provoque la diminution des échanges eau/élément nutritif entre les cellules, ce qui conduit à une accumulation des carbohydrates et des protéines dans différents organes de la plante. L'accumulation des protéines est proportionnelle à l'élévation des teneurs en azote (Chhipa et Lal, 1992).

Par ailleurs, selon Gibson (1988), il existe une interaction positive entre la tolérance du blé à la salinité et son exigence en phosphore ; la réduction de la croissance et les symptômes de toxicité sont minimisés quand la nutrition phosphorique est adéquate. L'application du phosphore favorise l'élévation des rendements chez le blé et provoque la diminution de l'absorption des éléments toxiques tels que le fluor et le chlore (Singh et al., 1992).

Pour le potassium, généralement les sols salins contiennent des teneurs moyennes à élevées de potassium assimilable. Néanmoins, même les plantes qui ont une grande résistance aux sels peuvent montrer une déficience en potassium due aux effets antagonistes du sodium et du calcium (Na/K ou Ca/K) (Gibson, 1988 ; Singh et al., 1992).

D'après Chhipa et Lal (1992), en conditions salines, la teneur en potassium dans le blé diminue significativement à cause de l'augmentation du sodium dans la solution du sol. Au-dessus du seuil de tolérance, les concentrations de Na peuvent affecter les plantes jusqu'à leur dépérissement ; l'accumulation du sodium cause des effets directs qui sont en rapport avec la capacité des plantes à tolérer le sodium et des effets indirects incluant d'une part le déséquilibre nutritionnel lié au pourcentage de Na<sup>+</sup> échangeable et aux concentrations de Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> et Mg<sup>2+</sup> dans la solution du sol, et d'autre part, la détérioration des conditions physiques du sol liée à la dispersion des agrégats qui diminue la perméabilité (Maas 1990).

Par ailleurs, le problème du magnésium se pose dans les sols salés des plaines du Cheliff ; 20 % de la somme des cations sont représentés par le magnésium soluble dans les extraits de pâte saturée de ces sols dont la conductivité électrique est comprise entre 1 et 20 dS m<sup>-1</sup>. La concentration en magnésium de la solution du sol augmente proportionnellement avec la CE, par contre le taux de magnésium en est relativement indépendant (Daoud et al., 1993).

La tolérance des plantes à la salinité liée au chlore peut être estimée par la formule suivante (USSL, 1954) :

$$[Cl] = 10 \times CE$$

avec [Cl] exprimée en mole/m<sup>3</sup>  
CE en dS/m

Pour le bore, qui est un élément essentiel, est généralement considéré comme un élément toxique pour les plantes lorsque sa concentration dépasse légèrement la teneur optimale pour la croissance des plantes. En général, les sols des régions arides contiennent des concentrations toxiques en bore, néanmoins, les eaux de surface sont moins chargées que celles des puits. Comme pour tous les éléments la tolérance des plantes au bore

varie avec le climat, le sol, les cultures (Maas, 1990).

En Algérie, le comportement des variétés de blé vis à vis de la salinité est peu connu (Daoud et Halitim, 1994). En outre, le blé dur, très consommé dans notre pays, est nettement plus exigeant que le blé tendre, il est donc relativement plus sensible à l'effet des facteurs limitants, et donc à la salinité (Maas, 1990).

Le présent travail consiste à évaluer expérimentalement l'effet de la salinisation sur la nutrition minérale des principaux cultivars de blé dur cultivés dans les régions sahariennes.

## MATERIEL ET METHODE

L'étude de l'influence de la salinité sur l'assimilation de l'azote et du potassium par six cultivars de blé a porté sur un essai mené en hydroponie en conditions semi contrôlées à la station expérimentale Mehdi Boualem d'Alger de l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA). Les concentrations salines étudiées portent sur le NaCl, qui est généralement le sel soluble prédominant dans nos eaux d'irrigation et dans nos sols affectés par les sels (Snoussi et Halitim, 1998). Les niveaux de salinité utilisés (0, 2, 4, 6 g/l de NaCl) englobent le seuil de sensibilité des céréales à la salinité qui se situerait entre 2 et 4 g/l de NaCl (Maas, 1990). L'essai a concerné 6 cultivars de blé dur (*Triticum durum* Desef.) ; 3 autochtones (Mohamed Ben-Bachir, Hedba et Oued-Zenati) et 3 introduits (Mexicali, Vitron et Waha), 4 concentrations et 5 répétition (figure 1). 120 vases de végétation contenant chacun 5 kg de sable de rivière soigneusement lavé au préalable, ont été disposés en bloc aléatoire (Dagnelie, 1975). Dans chaque vase, 3 plants sains ont été repiqués manuellement après une période de germination de 10 jours. Les éléments nutritifs ont été ramenés sous forme de solution nutritive dont les normes sont définies par

Coil et Lesaint (1975). Les arrosages ont été réalisés de manière à maintenir le substrat proche de sa capacité au champ par un arrosage dont le volume correspond à la capacité au champ ( $H_{cc} = 18\%$ ) majorée de 30 % (Ayers et Wescot, 1988) pour éviter l'accumulation des sels solubles dans la zone rhizosphérique.

Trois vases lysimétriques dont les doses d'arrosage comportaient 2, 4 et 6 g/l de NaCl, ont été préparés pour l'évaluation des besoins hydriques des cultivars par l'évaluation de l'évaporation. Les quantités d'eau évapotranspirées et consommées sont donc compensées par des apports d'eau évalués en pesant les vases témoins arrosés dans les mêmes conditions que les vases ensemencés. On apporte la deuxième dose d'arrosage quand les 2/3 de la teneur en eau initiale est consommé. Au début de l'expérimentation, ces arrosages ont été appliqués chaque deux jours puis un jour sur deux, et à partir du mois de mars ils sont devenus quotidiens en raison de l'augmentation de l'évapotranspiration. Pour le contrôle du degré de salinité au niveau de la rhizosphère, des récipients ont été placés sous chaque vase pour collecter le percolat et mesurer sa conductivité électrique. Lorsque, la CE de la solution de drainage dépasse celle de la solution d'arrosage, on applique un lessivage total à l'eau distillée à raison de 1 500 ml par vase. L'objectif consiste à maintenir la CE de la solution de drainage la plus proche possible de la solution d'arrosage et d'éviter l'effet cumulé des sels. A la récolte, les analyses ont porté sur la biomasse aérienne (tiges et feuilles) produite. Séchée à 65°C jusqu'à poids constant et broyée, la matière sèche a été dosée pour déterminer sa teneur en N, K, Na et Cl. Le dosage de K et Na a été effectué par spectrophotométrie à flamme, celui des chlorures par titrage au nitrate d'argent, l'azote a été dosé après attaque triacide et distillation.

B <sub>I</sub>	W	12	13	2	2	4	2	6	8	19	16	10	1	17	24	20	11	18	21	9	3	22	5	7	4	15	
	OZ	6	0	2	4	2	6	4	6	4	6	2	0	0	6	6	4	2	2	0	0	4	0	4	6	2	4
	BB	2	2	2	4	2	6	4	6	4	6	2	0	0	6	6	4	4	2	0	0	4	2	0	4	6	2
B <sub>II</sub>	OZ	13	5	7	15	8	19	10	14	9	14	9	12	3	2	20	21	23	22	6	18	16	11	4	17	1	24
	H	0	0	4	4	6	4	2	2	0	2	0	6	4	2	6	0	4	2	2	2	6	4	6	0	0	6
	BB	0	0	4	4	6	4	2	2	0	2	0	6	4	2	6	0	4	2	2	2	2	6	4	6	0	6
B <sub>III</sub>	W	12	3	16	14	18	7	23	9	11	9	4	6	20	17	19	6	8	5	1	10	22	13	4	15	21	2
	OZ	6	4	6	2	2	4	4	0	4	0	4	6	6	0	4	2	6	0	0	2	2	0	6	4	0	2
	BB	6	4	6	2	2	4	4	0	4	0	4	6	6	0	4	2	6	0	0	2	2	0	6	4	0	2
B <sub>IV</sub>	W	9	3	14	1	24	19	2	23	20	5	18	4	12	4	12	6	15	7	13	22	16	10	11	8	21	17
	OZ	0	4	2	0	6	4	2	4	6	0	2	6	6	6	6	2	4	4	0	2	6	2	4	6	0	0
	BB	0	4	2	0	6	4	2	4	6	0	2	6	6	6	6	2	4	4	0	2	6	2	4	6	0	0
B <sub>V</sub>	M	18	8	14	3	10	7	21	1	9	24	4	19	20	4	20	5	6	23	15	16	13	11	22	2	17	12
	OZ	2	6	2	4	2	4	0	0	0	6	6	6	6	4	6	0	2	4	4	4	0	4	2	2	0	6
	BB	2	6	2	4	2	4	0	0	0	6	6	6	6	4	6	0	2	4	4	4	0	4	2	2	0	6

Figure 1. Schéma du dispositif expérimental

**BB (MBB)** : Ben-Bachir **H** : Hedba **M** : Mexicali **OZ** : Oued-Zenati **V** : Vitron **W** : Waha.  
 Dans chaque bloc, la première ligne indique le cultivar, la seconde ligne indique le numéro du traitement, la troisième ligne indique la concentration en NaCl.

**RESULTATS ET DISCUSSION :**

Le dosage de l'azote, du potassium, du sodium, et du chlore dans la matière sèche du végétal permet d'étudier l'assimilation de ces éléments nutritifs par le végétal, ainsi que les interactions azote/chlore et potassium/sodium (tableau I).

Dans les conditions normales, les teneurs moyennes en azote, potassium, sodium, et chlore sont respectivement de 1.46, 0.92, 0.12 et 0.14 % de matière sèche dans une plante entière de blé (Coïc, 1960).

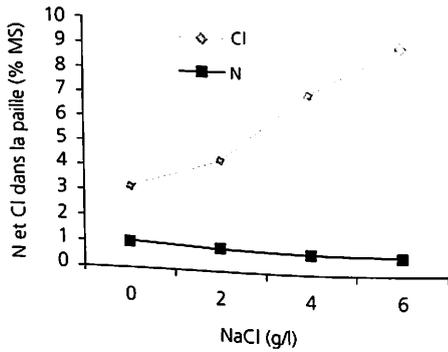
**Tableau I.** Teneurs moyennes en N, K, Na et Cl dans la paille (% de MS)

Cultivars	Traitements salins (g de NaCl/l)	Azote	Potassium	Sodium	Chlore
Mohamed Ben-Bachir	T <sub>0</sub> = 0	0.94	0.903	3.332	3.193
	T <sub>1</sub> = 2	0.774	0.708	4.751	4.229
	T <sub>2</sub> = 4	0.636	0.590	7.351	7.043
	T <sub>3</sub> = 6	0.554	0.475	9.331	8.941
Hedba	T <sub>0</sub> = 0	1.026	0.928	3.474	3.245
	T <sub>1</sub> = 2	0.856	0.723	4.245	4.180
	T <sub>2</sub> = 4	0.650	0.600	6.734	6.808
	T <sub>3</sub> = 6	0.537	0.478	8.509	8.360
Mexicali	T <sub>0</sub> = 0	0.780	0.755	3.556	3.281
	T <sub>1</sub> = 2	0.687	0.565	5.235	5.091
	T <sub>2</sub> = 4	0.514	0.488	8.243	8.092
	T <sub>3</sub> = 6	0.308	0.335	10.232	10.135
Oued-Zenati	T <sub>0</sub> = 0	0.871	0.863	3.573	3.308
	T <sub>1</sub> = 2	0.785	0.767	5.112	4.903
	T <sub>2</sub> = 4	0.652	0.628	8.432	8.056
	T <sub>3</sub> = 6	0.467	0.424	9.542	9.317
Vitron	T <sub>0</sub> = 0	0.790	0.689	3.695	3.369
	T <sub>1</sub> = 2	0.565	0.575	5.331	5.202
	T <sub>2</sub> = 4	0.428	0.400	8.242	8.036
	T <sub>3</sub> = 6	0.132	0.157	8.284	8.122
Waha	T <sub>0</sub> = 0	0.591	0.520	3.554	3.294
	T <sub>1</sub> = 2	0.465	0.412	5.552	5.339
	T <sub>2</sub> = 4	0.245	0.211	8.344	8.315
	T <sub>3</sub> = 6	0.125	0.108	10.691	10.487

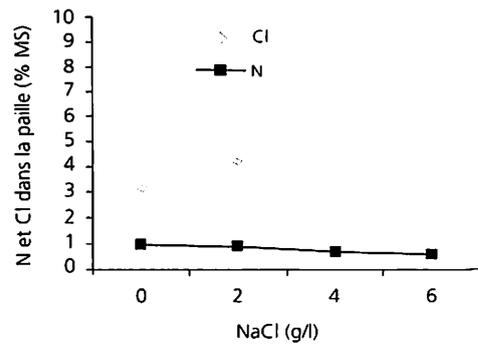
**1. Interaction azote / chlore**

D'après les résultats du tableau I, on constate une chute importante de la teneur en azote dans la paille allant de 0.94 à T<sub>0</sub> à 0.554 % de MS à T<sub>4</sub> enregistrant une diminution de 0.386 % chez le cultivar Mohamed Ben-Bachir. Pour les autres cultivars Hedba, Mexicali, Oued-Zenati, Vitron et Waha, la différence est de 0.489, 0.472, 0.404, 0.658 et 0.466 % de MS

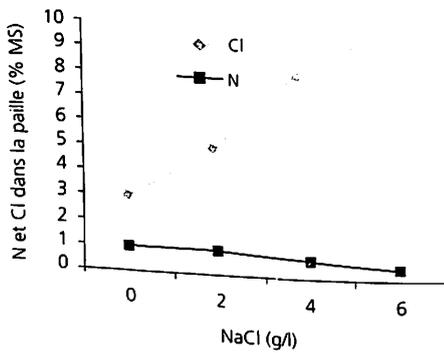
respectivement lorsqu'on passe de 0 à 6 g de NaCl/l, tandis que la teneur en chlore a augmenté de 5.748, 5.115, 6.854, 6.009, 4.753 et 7.193 % de MS respectivement (figure 2). L'analyse de variance (tableau II) montre que la teneur en azote de la paille est fonction de la concentration saline, et du type de cultivar (les effets sont très hautement significatifs, P étant < à 0.001).



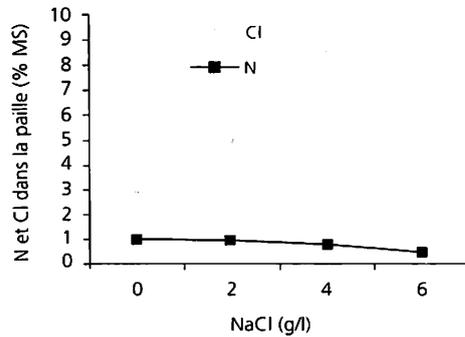
Mohamed Ben-Bachir



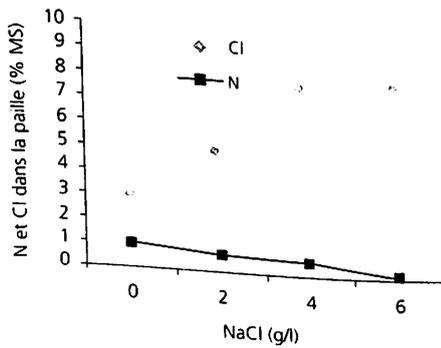
Hedba



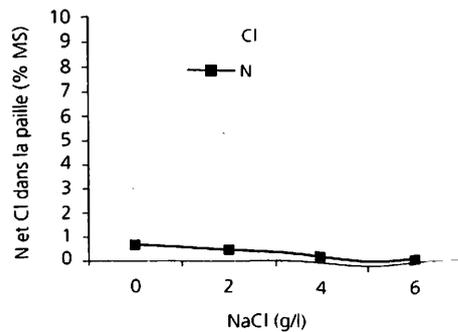
Mexicali



Oued-Zenati



Vitron



Waha

**Figure 2.** Interaction azote / chlore dans la paille

**Tableau II.** Résultats de l'analyse de variance pour la teneur en azote de la paille

	SCE	DDL	Carrés Moyens	Test F	P	ET	CV
Var. Totale	6.82	119	0.06				
Var. Facteur 1	3.88	3	1.29	655.13	0.0000		
Var. Facteur 2	2.56	5	0.51	258.98	0.0000		
Var. Inter F1.2	0.18	15	0.01	5.95	0.0000		
Var. Blocs	0.02	4	0.00	2.48	0.0487		
Var. Résiduelle 1	0.18	92	0.00			0.04	7.5 (%)

Les groupes homogènes mis en évidence correspondent aux traitements dans leur ordre de croissance selon la concentration saline (tableau III).

**Tableau III.** Groupes homogènes de traitements salins pour la teneur en azote de la paille

Groupes Homogènes	Traitements salins (g de NaCl/l)	Moyennes (%)
A	0	0.83
B	2	0.69
C	4	0.52
D	6	0.35

Le classement des cultivars (tableau IV) à assimiler l'azote dans nos conditions expérimentales montre que les cultivars étudiés ont des comportements différents de leur capacité

**Tableau IV.** Groupes homogènes de cultivars de blé pour la teneur en azote de la paille.

Groupes Homogènes	Cultivars	Moyennes (%)
A	Hedba	0.76
B	Mohamed Ben-Bachir	0.72
C	Oued-Zenati	0.69
D	Mexicali	0.57
E	Vitron	0.48
F	Waha	0.35

**Tableau V.** Classement en fonction des groupes homogènes de l'effet du facteur salinité sur la teneur en N, K, Na et Cl dans la paille (% MS) de tous les cultivars confondus.

Traitements salins (g de NaCl/l)	N	K	Na	Cl
0	0.83	0.77	3.53	3.28
2	0.69	0.62	5.13	4.82
4	0.52	0.48	7.89	7.75
6	0.35	0.33	9.43	9.22

La figure 3 montrent qu'il existe une la teneur en azote et la teneur en chlore de corrélation significative et négative entre la paille.

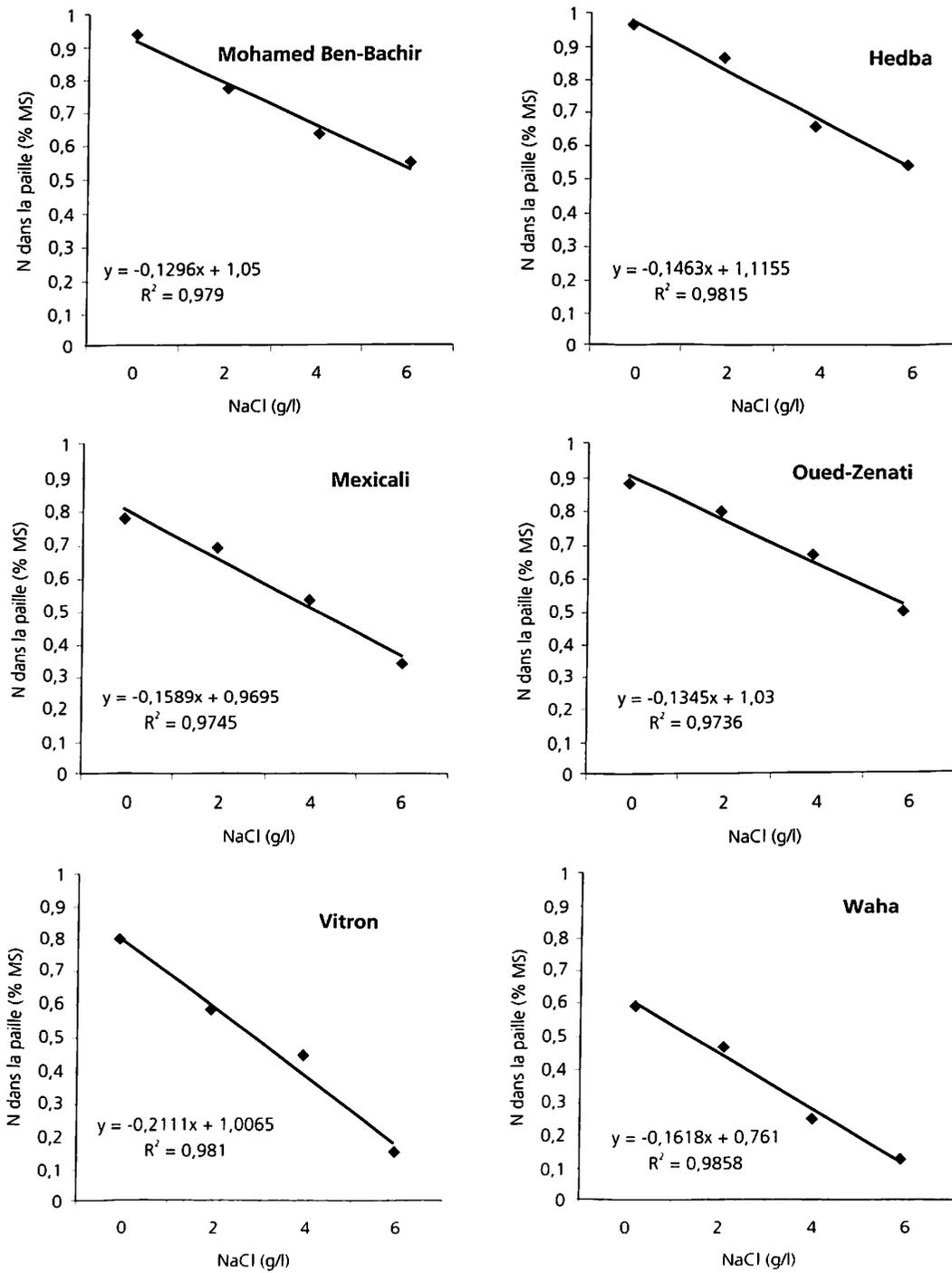


Figure 3. Influence de la concentration en NaCl sur la teneur en N dans la paille.

**2. Interaction potassium / sodium**

La teneur en K a diminué avec l'augmentation de 2 g/l de la concentration en NaCl dans la solution nutritive. En effet, les différences enregistrées entre le premier et dernier traitement, sont de 0.428, 0.450, 0.420, 0.439, 0.532 et 0.412 % de MS respectivement chez les cultivars Mohamed Ben-Bachir, Hedba, Mexicali, Oued-Zenati, Vitron et Waha alors

que celle de Na a augmenté de 5.999, 5.35, 6.676, 5.969, 4.589 et 7, 1.39 % de MS respectivement (figure 4).

L'analyse de la variance montre que la teneur en potassium de la paille est liée à la concentration saline de la solution nutritive, et au type de cultivars. L'interaction salinité x cultivar n'est pas significative (tableau VI).

**Tableau VI.** Résultats de l'analyse de variance pour la teneur en potassium dans la paille.

	SCE	DDL	Carrés Moyens	Test F	P	ET	CV
Var. Totale	6.16	119	0.05				
Var. Facteur 1	3.28	3	1.09	191.57	0.000		
Var. Facteur 2	2.24	5	0.45	78.61	0.000		
Var. Inter F1.2	0.10	15	0.01	1.17	0.3100		
Var. Blocs	0.02	4	0.01	0.97	0.4292		
Var. Résiduelle 1	0.52	92	0.01			0.08	13.7 %

L'analyse de la variance montre que la teneur en potassium de la paille est liée à la concentration saline de la solution nutritive, et au type de cultivars.

Les niveaux de concentrations salines s'individualisent statistiquement quant à leur effet sur la teneur de la paille en potassium (tableau VII)

**Tableau VII.** Groupes homogènes de traitements salins pour la teneur en potassium dans la paille.

Groupes Homogènes	Traitements salins (g de NaCl/l)	Moyennes (%)
A	0	0.77
B	2	0.62
C	4	0.48
D	6	0.33

Les cultivars se répartissent en 4 groupes homogènes, 3 cultivars se comportent de façon très proche (Hedba, Oued-Zenati, Mohamed Ben-Bachir). Waha est le cultivar dont la nutrition potassique est la plus affectée par la salinité (tableau VIII).

La figure 5 montre qu'il existe une corrélation significative et négative entre la teneur en potassium et la teneur en sodium de la paille.

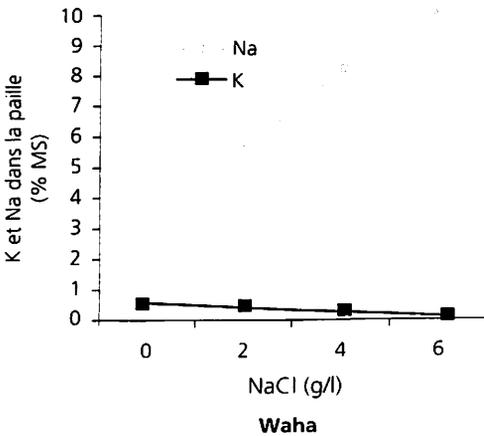
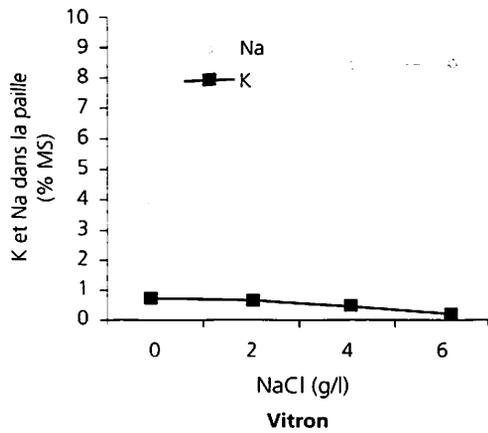
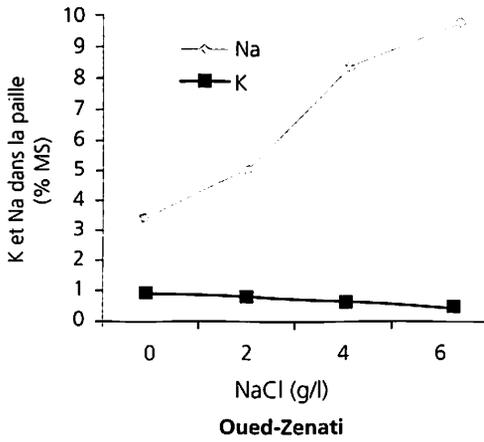
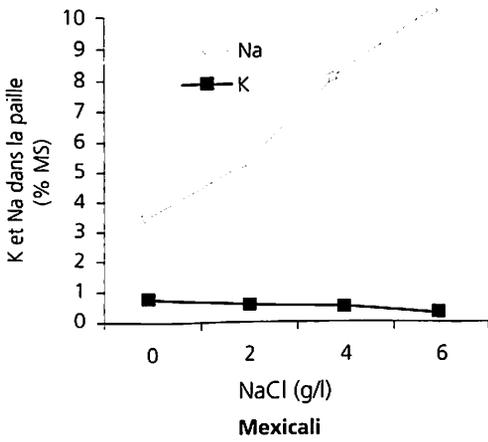
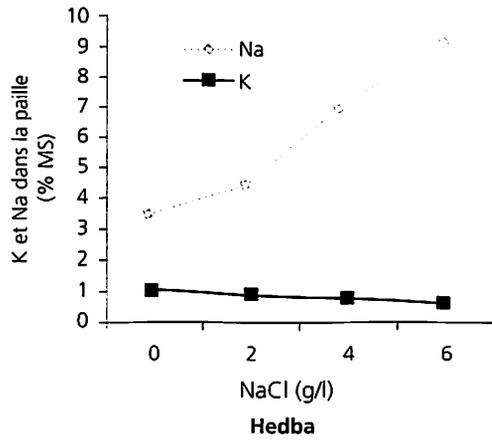
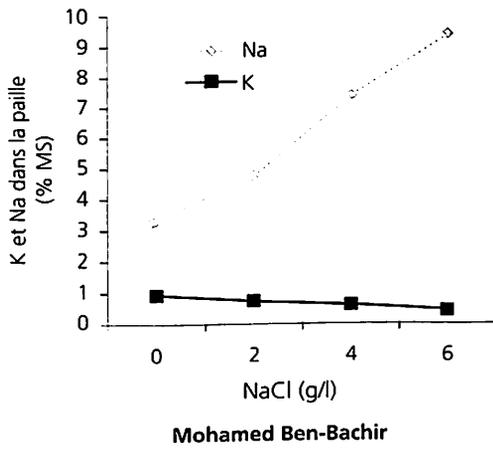


Figure 4. Interaction potassium / sodium dans la paille

**Tableau VIII.** Groupes homogènes de cultivars de blé pour la teneur en potassium dans la paille

Groupes Homogènes	Cultivars	Moyennes (%)
A	Hedba	0.68
	Oued-Zenati	0.67
	Mohamed Ben-Bachir	0.67
B	Mexicali	0.53
C	Vitron	0.45
D	Waha	0.31

## DISCUSSION

Les résultats obtenus montrent que les teneurs en N et en K sont inversement proportionnelles aux teneurs de Cl et de Na dosées dans la paille.

Ces résultats rejoignent ceux de Pessaraki et Tucker (1988) ; Maas (1990) ; Chhipa et Lal (1992) ; Beldjoudi (1993) ; Snoussi et Halitim (1998).

**Tableau IX.** Classement en fonction des groupes homogènes de l'effet du facteur salinité sur la teneur en N, K, Na et Cl dans la paille (% MS) de tous les cultivars confondus.

Traitements salins (g de NaCl/l)	N	K	Na	Cl
0	0.83	0.77	3.53	3.28
2	0.69	0.62	5.13	4.82
4	0.52	0.48	7.89	7.75
6	0.35	0.33	9.43	9.22

**Tableau X.** Classement en fonction des groupes homogènes de l'effet du facteur cultivar sur la teneur en N, K Na et Cl dans la paille (% MS) pour toutes les concentrations salines étudiées

Cultivars	N	K	Na	Cl
Mohamed Ben-Bachir	0.72	0.67	6.34	5.85
Hedba	0.76	0.68	5.74	5.64
Mexicali	0.57	0.53	6.81	6.65
Oued-Zenati	0.69	0.67	6.66	6.44
Vitron	0.48	0.45	6.38	6.18
Waha	0.35	0.31	7.03	6.86

Globalement, ces résultats montrent une absorption sélective de Na par rapport à K et

de Cl par rapport à N (Rabie et al., 1985 ; Chhipa et Lal, 1992 ; Beldjoudi, 1993).

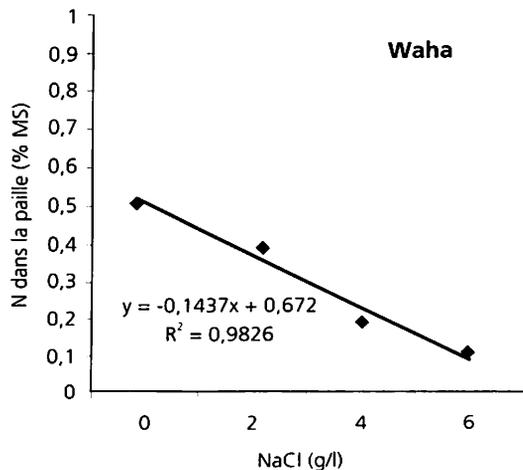
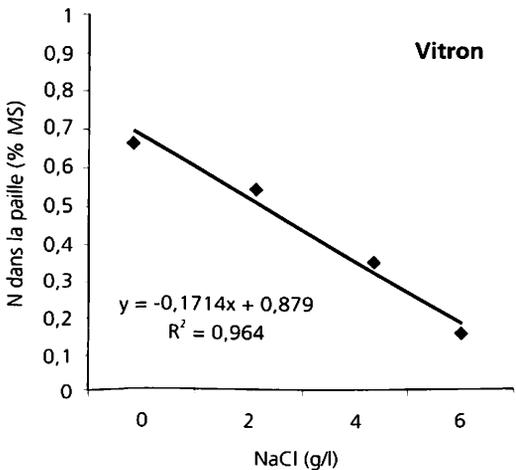
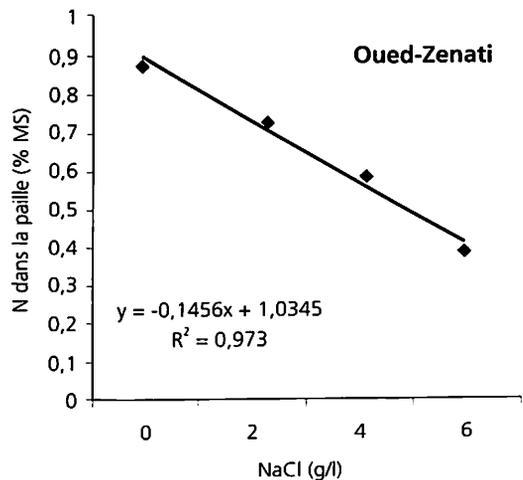
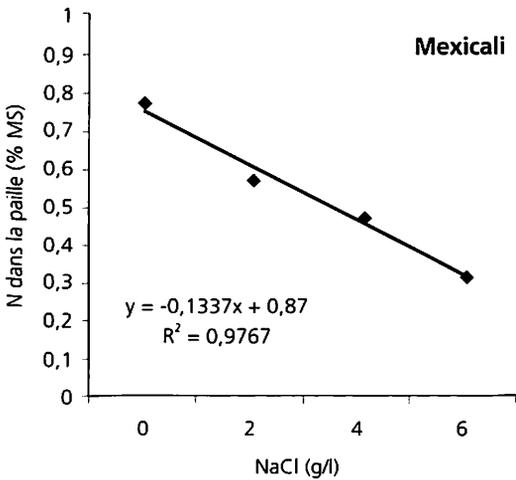
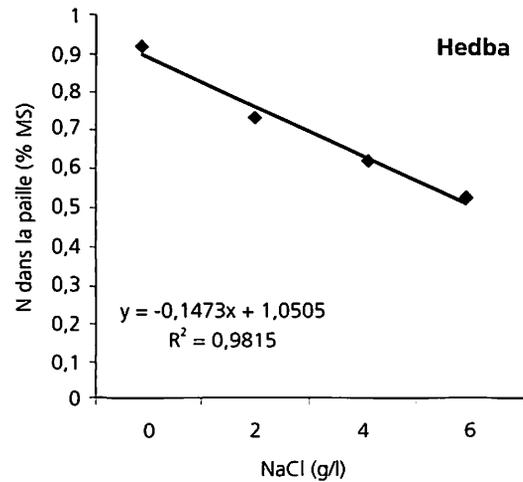
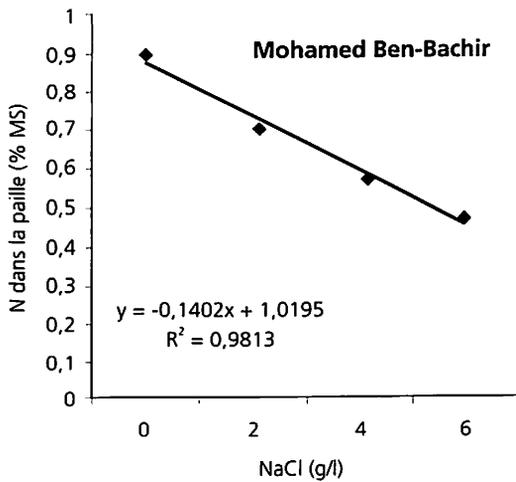


Figure 5. Influence de concentration en NaCl sur la teneur en K dans la paille

## CONCLUSION

Les résultats obtenus montrent que les concentrations croissantes en NaCl provoquent une diminution de l'assimilation de l'azote et du potassium au profit du sodium et du chlore. En effet, l'étude des interactions N/Cl et K/Na montrent l'existence d'un antagonisme entre ces éléments ce qui explique le dépérissement de certains plants : un plant chez les cultivars Mohamed Ben-Bachir, Hedba et Mexicali, à 4 g de NaCl/l et 2 plants chez le cultivar Waha et 3 plants chez le cultivar Vitron et ceux à 6 g de NaCl/l.

De plus, au cours du cycle végétatif, on a observé certaines anomalies notamment à 4 et 6 g/l de NaCl :

- Retard dans la formation des feuilles à partir de 4 g NaCl/l pour les cultivars Mohamed Ben-Bachir, Hedba et Waha et à partir de 6 g/l pour le cultivar Mexicali,
- Raccourcissement et réduction du tallage (ITGC, 1992) à partir de 2 g NaCl/l pour le cultivar Mohamed Ben-Bachir et à partir 4 g de NaCl/l pour les autres cultivars,
- Jaunissement de l'extrémité des premières feuilles (ITGC, 1992) à partir de 4g NaCl/l chez les cultivars Hedba et Vitron.
- Nanisme à partir de 4 g NaCl/l pour Vitron et Waha.

En termes de recherche des mécanismes responsables des effets dépressifs de cette salinité sur le végétal, des déséquilibres nutritionnels sont provoqués par l'augmentation de la concentration saline de la solution nutritive. L'assimilation de l'azote et du potassium est fortement diminuée par celles du sodium et du chlore. Les antagonismes K/Na et N/Cl sont fortement marqués au niveau de la composition chimique de la matière sèche. Ces résultats expérimentaux, obtenus en conditions contrôlées, montrent

que les cultivars étudiés ont des réactions différentes vis à vis des concentrations croissantes en chlorure de sodium, d'où l'importance du choix des cultivars dans la stratégie du développement de la production céréalière dans des milieux où les sols et/ou les eaux d'irrigation sont riches en sels solubles chlorurés.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- **AYERS R. S. ET WESCOT D. W. , 1988** – La qualité de l'eau en agriculture. Bulletin F.A.O. d'irrigation et de drainage. Ed. F.A.O. N) 29 Rev. Rome, 180p.
- **BELDJOUDI Z., 1993** – Etude de la tolérance d'une variété de blé dur (Waha) à la salinité. Mém. Ing. I.N.A., El Harrach, 42p.
- **CHHIPA B.R. ET LAL P., 1992** - Effect of soil salinity in the pattern of nutrient uptake by susceptible and tolerant varieties of wheat. Agrochimica vol. 36, N° 6 : pp.418-426.
- **COIC Y. ET LESAIN M., 1975** - Cultures hydroponiques Ed. la maison Rustique. Paris.120p.
- **COIC Y., 1960** - Les bases physiologiques de la nutrition et de la fertilisation rationnelle du blé. Progressive wheat production. C.E.A., Genève, pp. 95-115.
- **DAGNELIE P. 1975** – Analyse statistique à plusieurs variables. Tome II Bruxelles : wanter, 362p.
- **DAOUD Y., CHEVERRY C. ET ROBERT M., 1993** - Rôle physico-chimique du magnésium dans les sols salés des plaines du Chelif (Algérie). Science du sol, pp. 281-293.

- **DAOUD Y. ET HALITIM A., 1994** - Irrigation et salinisation au Sahara algérien. *Sécheresse*; 3 (5): pp. 151-160. c
- **DURAND J.H., 1983** - Les sols irrigables (Etude pédologique). Paris : Presses Universitaires de France, 322p.
- **GIBSON T.S., 1988** - Carbohydrate metabolism and phosphorus: salinity interaction in wheat (*Triticum aestivum* L.), *Plant and soil*, 111, pp. 25-35.
- **ITGC, 1992** - La culture du blé sous pivot en zones sahariennes. Institut Technique des grandes cultures. 23p. ANEP.
- **MAAS E.V., 1990** - Crop salt tolerance. *Engineering practice* N° 71, ASCE, N.Y., pp. 262-304.
- **MC LAUGHLIN .M., MAIER N., and SMART M., 1998** - Use of industrial by products to remediate saline cadmium-contaminated soil to protect the food chain. 16e Congrès Mondial de Science du sol, Montpellier.
- **PESSARAKLI M. and TUCKER T.C., 1988** - Dry matter yield and nitrogen-15 uptake by tomatoes under sodium chloride stress. *Division S-46 Soil Fertility and Plant Nutr. Soil Sci., Am. J.* 52, pp. 698-700.
- **RABIE R.K., MATTER M.K., KHAMIS A.A., and MOSTAFA M.M., 1985** - Effect of salinity and moisture content of soil on growth, nutrient uptake and yield of wheat plant. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 31 (4), pp. 537-545.
- **RAO K.V.G.K., KAMRA S.K. and KUMHARA P.S., 1991** - Drainage for reclamation of waterlogged saline lands in irrigation commands. *Better farming in salt affected soils*, (13). Central Soil Salinity Research Institute, India, 22p.
- **SINGH K.N., SHARMA D.P. and RAO K.V.G.K., 1992** - Technology for crop production in water logged saline soils, (17). *Better farming in salt affected soils*. Central Soil Salinity Research Institute, India, 22p.
- **SNOUSSI S.A. ET HALITIM A., 1998** - Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérale des plantes cultivées : cas de la tomate et du haricot. *Etude et Gestion des sols*, 5, 4, pp. 289-298.

