

# Effet du chlorure de sodium sur le pouvoir fécondant du pollen de blé dur (*T. durum* Defs.) , d'orge (*H. hordeum*) et de tritcale (*T. durum* x *Secal cereale*)

Mohamed EL MEKKAOUI<sup>1</sup> & Mostafa AGBANI<sup>2</sup>✦

(Reçu le 11/03/1994 ; Accepté le 31/05/1994)

## تأثير كلوريد الصوديوم على قدرة الإخصاب عند لقاح القمح الصلب و الشعير و التريتكال

تم هذه الدراسة تأثير NaCl على قدرة الإخصاب عند لقاح ثلاثة أصناف من الحبوب، وهي : القمح الصلب و الشعير و التريتكال. لقد تويع مفعول تركيز هذا الملح على ثلاث عناصر ذات علاقة بقدرة إخصاب حبة اللقاح (Pollen) وهي : جودة اللقاح التي تقيم بالنسبة المئوية لحبيبات اللقاح ذات الطابع العادي بعد تلونها بمادة "كارمان أيسيتيك" بالإضافة إلى قدرة الإنبات و نمو أنابيب اللقاح. و قد أثبتت النتائج المحصل عليها، أن وجود NaCl يؤثر سلبا على جودة اللقاح و قدرته الإنباتية و كذا على نمو أنابيب اللقاح. عند هذا المستوى من الدراسة، نسجل بعض الفروقات في سلوك هذه الأصناف الثلاثة و المتمثلة في قدرة تحمل التريتكال للملحة أكبر من تحمل القمح الصلب و الشعير. و قد لوحظ أيضا، اختلاف بين الأجناس (Génotypes) داخل كل صنف بخصوص جودة اللقاح و قدرته الإنباتية و كذا نمو أنابيب اللقاح التي تتضرر عند وجود 100mM-NaCl بدرجة أكبر عند الأجناس الحساسة (كليردوك و باريروس) منها عند الأجناس الأكثر تحمل (أكساد 65 و جيزا 119).

الكلمات المفتاحية : كلوريد الصوديوم - قدرة الإخصاب - اللقاح - القمح الصلب - الشعير - التريتكال - التركيز.

## Effet du chlorure de sodium sur le pouvoir fécondant du pollen chez le blé dur (*T. durum* Defs.) , l'orge (*H. hordeum*) et le tritcale (*T. durum* x *Secal cereale*)

Cette étude a concerné l'effet du chlorure de sodium sur le pouvoir fécondant du pollen chez trois céréales : le blé dur, l'orge et le tritcale. L'effet du sel à 100 mM a été suivi sur trois paramètres en liaison avec le pouvoir fécondant du pollen et qui sont : la qualité du pollen (estimée par le pourcentage de grains d'aspect normal après coloration au carmin acétique), le pouvoir germinatif et la croissance des tubes polliniques. Les résultats obtenus indiquent un effet dépressif de NaCl aussi bien sur la qualité du pollen et son pouvoir germinatif que sur la croissance des tubes polliniques. À ce niveau, on note une différence de comportement entre les trois espèces étudiées qui s'est traduite par une tolérance du tritcale supérieure à celle du blé dur et de l'orge. Une différence a été également observée entre génotypes au sein de chaque espèce et a concerné la qualité du pollen, le pouvoir germinatif ainsi que la croissance des tubes polliniques. Ces paramètres ont été tous affectés en présence de 100 mM NaCl mais d'une façon plus importante pour les variétés sensibles (Clairdoc et Barberousse) que pour les variétés tolérantes (Acsad 65 et Giza 119).

Mots clés : Chlorure de sodium - Pouvoir fécondant - Pollen - Blé - Orge - Tritcale - Concentration

## Effect of NaCl on fertilization capacity of pollen of wheat (*T. durum* Defs.), barley (*H. hordeum*) and tritcal (*T. durum* x *Secal cereale*)

Salinity is an important constraint limiting the productivity of cereal crops. The objective of this study was to evaluate the effect of NaCl concentrations on feconding capacity of pollen grains for wheat, barley and triticals. Three parameters were studied ; pollen quality as estimated by the percent of normal grains after acetic acid coloration, the germinative capacity of the grains and the growth of pollinic tubes. NaCl had a negative effect on all three parameters. Triticals species were found more tolerant to NaCl than barley and wheat species. Significant differences were also noticed between genotypes of the same species. Acsad 65 and Giza 119 species are more tolerant than sensitives Clairdoc and Barberousse species.

Key words : NaCl - Fertilization capacity - Pollen - Wheat - Barley - Tritical - Concentration

<sup>1</sup> École Nationale d'Agriculture B.P. S/40 - Meknès

<sup>2</sup> Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II - B.P. 6202 - Rabat

✦ Auteur correspondant

## INTRODUCTION

Le chlorure de sodium affecte différemment la croissance de l'orge, du blé dur et du triticale. L'orge est connu comme étant l'espèce la plus tolérante (peut être) parmi les plantes glycophytes de grandes cultures (Maas & Hoffman, 1977).

Il existe par ailleurs des différences génotypiques importantes à l'intérieur de l'espèce *Hordeum vulgare* L. (Ayers *et al.*, 1952).

Pour le blé, il semble que les espèces Hexaploïdes (et en particulier l'espèce *T.aestivum* L.) présentent une meilleure tolérance que l'espèce *T.durum* Desf et qu'à l'intérieur de cette dernière, il existe une assez large variabilité pour le caractère tolérance à la salinité (Rana, 1984).

En ce qui concerne le triticale, il y a peu d'études réalisées sur cette espèce et les données sur son comportement vis-à-vis de la salinité sont rares.

Une meilleure connaissance de la variabilité de tolérance et des modes d'adaptation respectifs des trois espèces et à l'intérieur de chaque espèce nous semble toutefois devoir passer par une étude des mécanismes physiologiques impliqués dans la tolérance. On sait que la perturbation de la croissance par le chlorure de sodium se traduit toujours par une réduction assez importante de rendement en grains. Cette réduction s'explique par les effets néfastes de NaCl sur les composantes du rendement en général et sur le nombre de sites de remplissage en particulier.

En effet, les résultats d'une étude réalisée sur 15 génotypes de blé dur, 12 génotypes d'orge et 4 génotypes de triticale ont montré que le nombre de grains par épi est affecté d'une façon importante par le sel ; une diminution de 50% par rapport au témoin a été enregistrée chez certaines variétés sensibles (El Mekkaoui, 1992).

Arrivé à ces constatations, il est alors permis de se demander si la diminution du nombre de grains par épi résulte d'une perturbation de la fécondation par le sel ou plutôt d'un arrêt de translocation d'assimilats vers le grain après fécondation.

L'objectif de la présente étude consiste à examiner l'effet de NaCl sur la qualité et le pouvoir germinatif du pollen, et sur la croissance des tubes polliniques, paramètres en liaison directe avec le pouvoir fécondant du pollen.

## MATÉRIEL & MÉTHODES

### 1. Matériel végétal

L'étude a porté sur deux variétés de blé dur, deux variétés d'orge et deux variétés de triticale (Tableau 1).

**Tableau 1. Liste des variétés étudiées du blé dur, d'orge et de triticale avec quelques unes de leurs caractéristiques**

Espèces	Variétés	Type	Précocité	Origine
Blé dur	Acsad 65	Printemps	Précoce	Syrie
	Clairdoc	Printemps	Demi-précoce	France
Orge	Giza 119	Printemps	Précoce	Egypte
	Barbe rousse	Hiver	Demi-précoce	France
Triticale	Claircal	Printemps	Demi-précoce	France
	Triticor	Printemps	Précoce	Tunisie

### 2. Méthodes

Les variétés sont cultivées en pots (volume 10 dm<sup>3</sup>) contenant un mélange de sol argilo-limoneux et de sable (proportion 1:1.) à raison de deux pots par variété et par traitement. Le nombre de plantes est de 15 par pot.

L'étude est conduite sous serre, caractérisée par une température de 25°C jour, de 12°C la nuit, par une humidité relative de 70%, par une photopériode de 15 h et par un éclaircissement 12 000 Lux).

Les pots sont arrosés 2 fois par semaine jusqu'à l'humidité à la capacité au champ (soit environ 2 L par pot) ; la moitié avec de l'eau contenant 100 mM NaCl, l'autre moitié est sous forme d'eau sans sel (témoin). Une fois sur quatre l'arrosage est effectué avec une solution nutritive complète. Les plantes sont conduites dans ces conditions jusqu'à l'épiaison.

#### • Récolte du pollen

Le pollen est récolté sur plusieurs épis prélevés au stade anthèse. A l'aide des ciseaux on excise le tiers des épillets pour laisser apparaître les anthères jaunes et faciliter leur prélèvement. Juste après la récolte, ces anthères sont placés dans une capsule au moyen d'une pince.

La capsule est ensuite introduite pendant une heure dans un dessiccateur contenant du chlorure de magnésium en vue de faciliter la libération du

pollen par la déhiscence des anthères. Sachant que le pollen des céréales se conserve difficilement et a une durée de vie très courte (Gate, 1987), le pollen libéré dans la capsule est utilisé immédiatement pour les tests de coloration et de germination afin d'éviter les difficultés de stockage.

#### • Qualité du pollen

La qualité du pollen est estimée par le pourcentage des grains d'aspect normal après coloration au carmin acétique, qui permet de distinguer les grains avortés (non colorés) des grains non avortés (colorés).

L'opération est réalisée de la façon suivante :

- À l'aide d'un pinceau, le pollen est déposé sur une lame porte objet, la goutte de Carmin acétique est ensuite déposée sur le pollen, le tout étant immédiatement recouvert à l'aide d'une lamelle.
- L'observation sous microscope (GX 200) est faite alors sur toute la préparation car les grains anormaux souvent plus petits que les normaux ont tendance à se répartir le long des bords de lamelle.

#### • Germination *in vitro*

Les tests de germination *in vitro* ont été réalisés dans des boîtes de Pétri (2 boîtes par variété et par traitement). Le milieu utilisé est celui décrit par Brewbaker & Kwack (1963) contenant un mélange de gélose à 2 % et de saccharose à 15 % additionné de :

- 100 mg/l de  $H_3BO_3$
- 300 mg/l de  $Ca (MO_3)_2 \cdot 4 (H_2O)$
- 200 mg/l de  $Mg SO_4 \cdot 7 (H_2O)$
- 100 mg/l de  $KNO_3$

Une fois les boîtes prêtes, le pollen est prélevé à l'aide d'un pinceau stérilisé, puis réparti de manière homogène afin de limiter l'influence de la densité sur le pourcentage de germination.

Les boîtes sont ensuite placées à l'obscurité dans un germoir à 25°C. Après 12 heures, le taux de germination des grains de pollen (200 au moins) est évalué par dénombrement sous microscope (GX 200). On compte 60 à 100 grains de pollen dans chaque champ de vision. Quatre comptages successifs dans 4 espaces différents sont effectués. Un grain de pollen est considéré comme germé lorsque son tube pollinique est plus long que son diamètre.

#### • Croissance des tubes polliniques

Cette étude présente un grand intérêt en ce qui concerne la qualité. Un bon pollen doit en effet avoir une croissance du tube pollinique suffisamment rapide pour que la fécondation puisse se réaliser normalement.

La mesure des tubes germinatifs a été réalisée à l'aide d'un micromètre monté sur microscope et a concerné une centaine de tubes polliniques par variété et par traitement. Les mesures ont été réalisées après 2;4;6 et 8 heures.

### RÉSULTATS

#### • Qualité du pollen

Les résultats des observations sur la qualité du pollen (exprimée en pourcentage des grains anormaux) sont indiqués sur la figure 1.

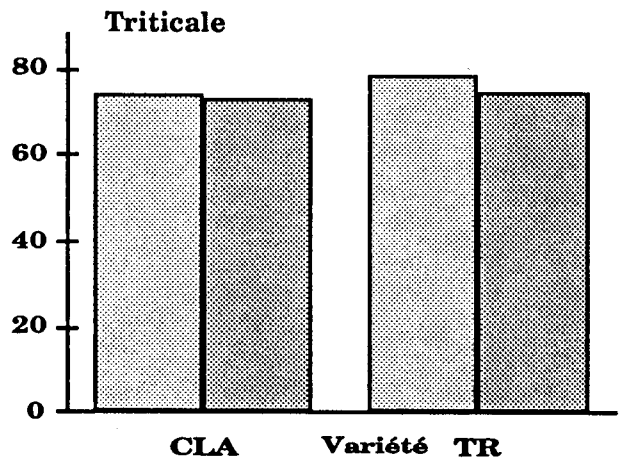
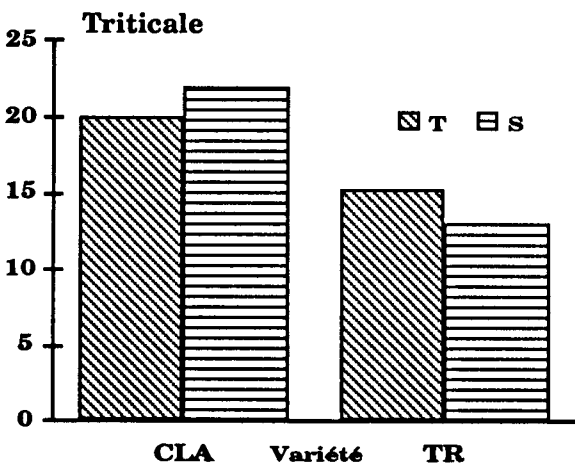
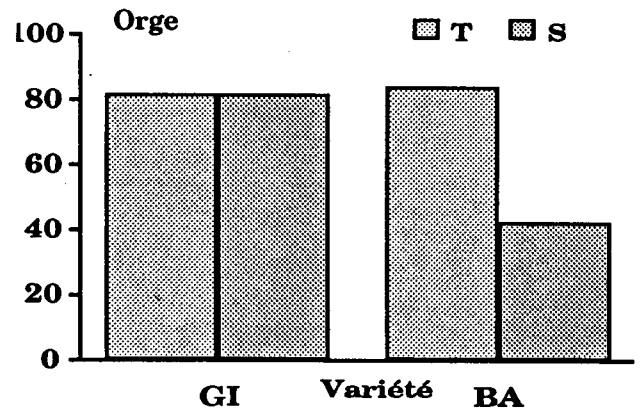
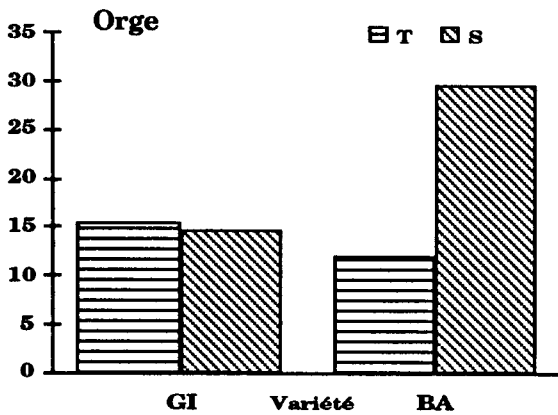
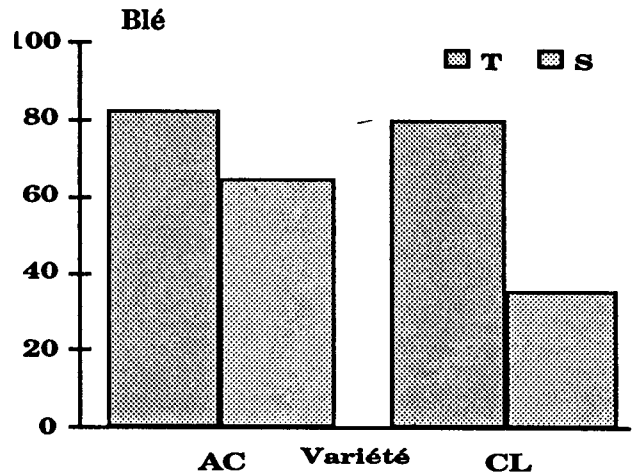
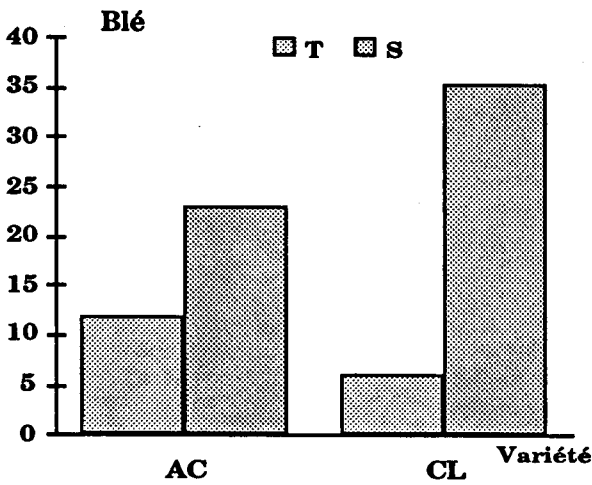
Dans le milieu témoin (T) on observe une bonne qualité de pollen (moins de 20% des grains anormaux pour tous les génotypes étudiés). Dans le milieu salé (S), le taux des grains anormaux a nettement augmenté sous l'effet de NaCl chez les variétés de blé dur et d'orge alors que pour les variétés de triticale, ce taux n'a pas beaucoup varié. On a calculé la moyenne des mesures réalisées en 4 espaces différents sur les données transformées de pourcentages de grains anormaux :

$$(2 \text{ arc sin } VP \cdot 100)$$

En passant du milieu (T) au milieu (S), le nombre de grains anormaux diffère significativement pour les variétés de blé dur et pour la variété d'orge Barberousse. Pour les autres variétés, la différence est non significative. Les pourcentages les plus élevés de grains anormaux sont notés chez les variétés sensibles et ceci aussi bien chez le blé dur (*Clairdoc*) que chez l'orge (*Barberousse*).

#### • Germination *in vitro* du pollen

La figure 2 montre l'effet de NaCl sur le pouvoir germinatif des grains de pollen. À l'exception des deux triticales et de la variété d'orge Giza 119, le taux de germination dans le milieu (T) est significativement plus élevé que celui observé en milieu (S) pour les autres variétés. On note, par ailleurs, que la présence de 100 mM NaCl dans le milieu affecte différemment le pouvoir germinatif. Dans le milieu (S), le pourcentage de germination pour ces variétés est inférieur à 50% (*Clairdoc* 35% et *Barbe rousse* 43%).



**Figure 1.** Qualité du pollen exprimée par le taux des grains de pollen anormaux des plantes cultivées en milieux (T) et (S) pour les variétés de blé dur (AC =Acsad 65 ; CL=Clairdoc), d'orge (GI=Giza 119; BA=Barbe rousse) et de triticale (CLA=Claircal ; TR=Triticor)

**Figure 2.** Taux de germination des grains de pollen des plantes cultivées en milieux (T) et (S) pour les variétés de blé dur (AC=Acsad 65 ; CL=Clairdoc), d'orge (GI=Giza 119; BA=Barbe rousse) et de triticale (CLA=Claircal ; TR=Triticor)

### • Croissance des tubes polliniques

La longueur des tubes germinatifs du pollen est représentée sur la figure 3 pour le blé, sur la figure 4 pour l'orge et sur la figure 5 pour le triticale qui montrent une croissance rapide durant les deux premières heures chez les variétés et ceci que ce soit en milieu (T) ou en milieu (S).

Ces courbes montrent également un effet dépressif de NaCl pour les variétés sensibles et plus particulièrement chez la variété Barberousse pour laquelle on note un ralentissement très net de la croissance dès les deux premières heures et quatre heures après la mise en germination la croissance des tubes polliniques de cette variété a pratiquement cessé. Pour les variétés tolérantes, l'effet est presque nul pour Giza 119 et Ascad 65 et il est moins marqué pour les deux triticales.

### DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats obtenus dans cette étude donnent une idée importante sur la viabilité du pollen, des trois céréales étudiées, en présence de 100 mM de NaCl dans le milieu.

Les deux aspects liés à cette viabilité sont affectés par le sel à savoir : la qualité (estimée par la présence plus ou moins importante des grains anormaux) et le pouvoir fécondant caractérisé par le pouvoir germinatif et la capacité à accroître des tubes polliniques.

Ces résultats peuvent donc expliquer en partie la chute du rendement en grains, des variétés sensibles cultivées en présence de la salinité. En effet, pour ces variétés le nombre de grains par épi est affecté par le sel d'une façon importante puisque la réduction par rapport au témoin a dépassé les 40% pour certaines variétés comme Clairdoc par exemple (El Mekkaoui, 1992).

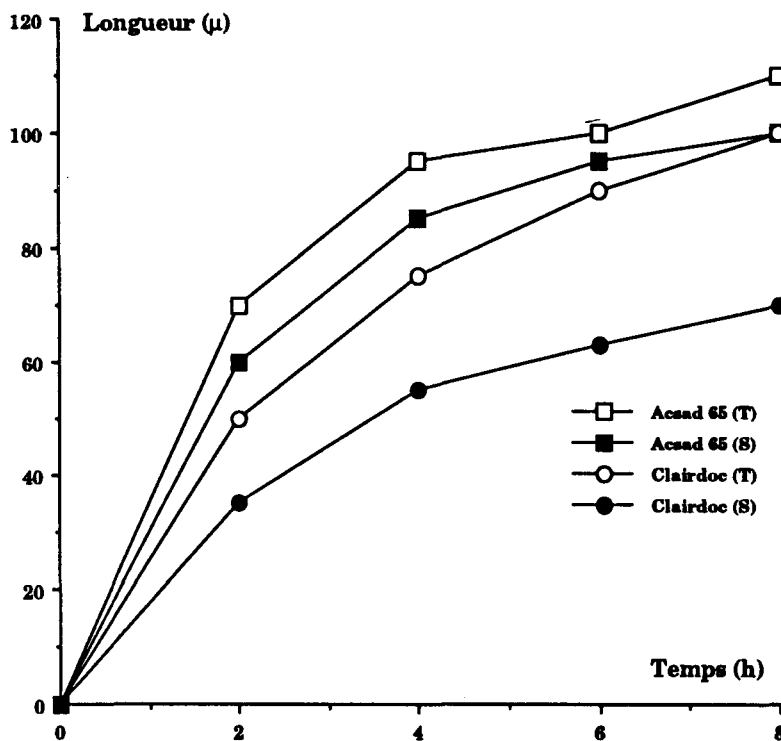


Figure 3. Croissance des tubes polliniques en fonction du temps du témoin (T) et du stressé (S) chez les variétés de blé dur (Ascad 65 et Clairdoc)

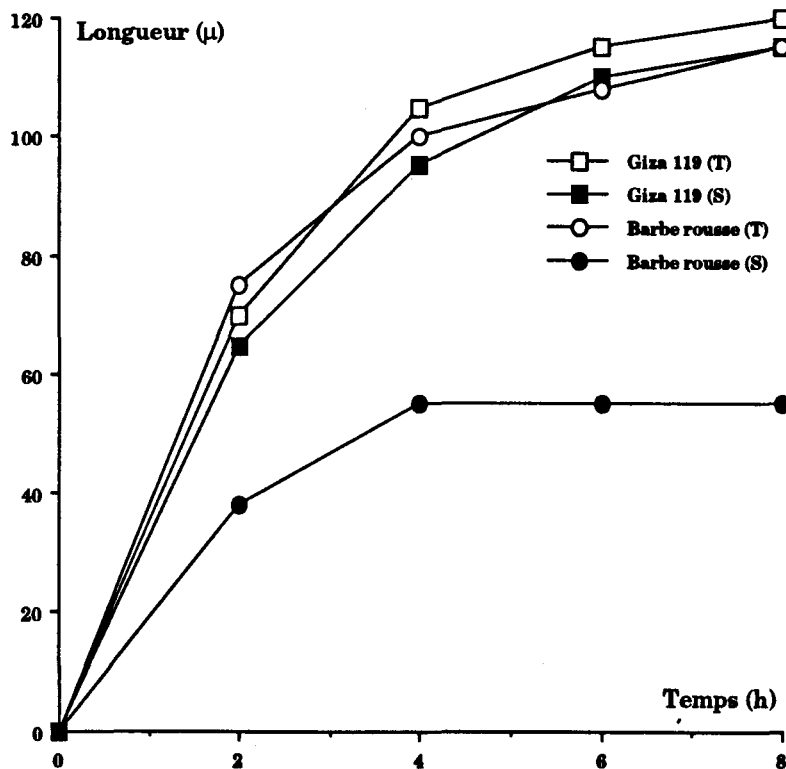


Figure 4. Croissance des tubes polliniques en fonction du temps du témoin (T) et du stressé (S) chez les variétés d'orge (Giza 119 et Barbe rousse)

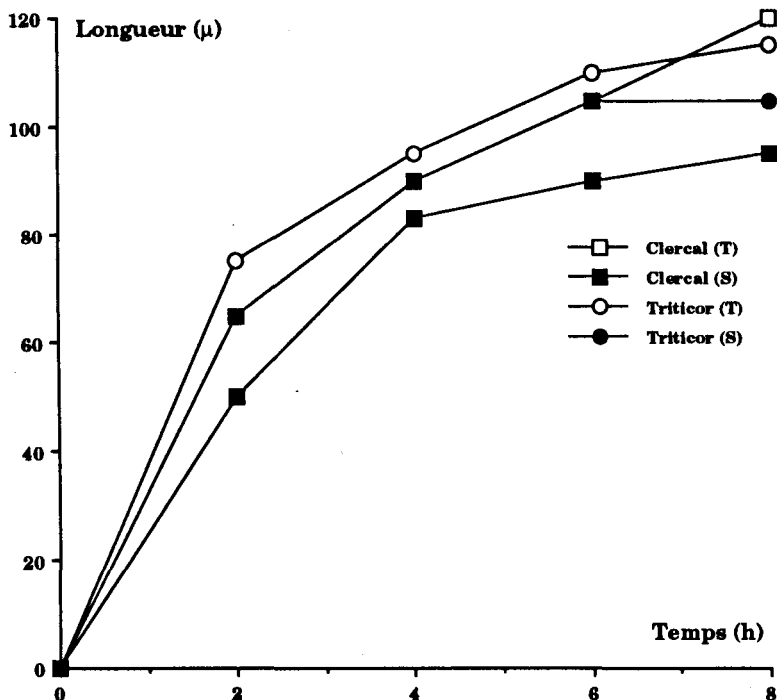


Figure 3. Croissance des tubes polliniques en fonction du temps du témoin (T) et du stressé (S) chez les variétés de triticale (Clercal et Triticor)

Toutefois, cette diminution ne résulte pas uniquement de l'effet de NaCl sur la viabilité du pollen mais aussi des effets sur les organes femelles de la plante comme la réduction de la réceptivité des stigmates mise en évidence par Robins & Domingo (1962) chez le blé soumis à un déficit hydrique qui a des effets similaires à ceux de la salinité (Hubac & Vieira Da Silva, 1980).

La réduction des grains peut résulter aussi d'une perturbation de transfert d'assimilats et, par conséquent, d'un mauvais remplissage des grains.

Les résultats de cette étude ne permettent pas de séparer la part de chacun des aspects mentionnés ci-dessus mais nous apportent, toutefois, une idée importante sur l'effet de 100 mM NaCl sur la viabilité du pollen. Cet effet a été déjà mis en évidence sur plusieurs cultivars de blé dur par Kirichenki (1972) qui mentionne une réduction de la viabilité du pollen suivie d'une diminution importante du nombre de grains par épi chez les plantes stressées.

Baldy (1985) rapporte que la salinité entraîne des effets toxiques qui se traduisent par une réduction de la fertilité du pollen et par de nombreux épillets stériles. Le même auteur constate, en Lybie, que dans certaines parcelles, les cultures d'orge poussent normalement au début du cycle mais qu'ensuite, et sous l'effet de la salinité accentuée par le déficit hydrique fréquent dans ces régions, les rendements obtenus sont très faibles.

En étudiant les effets de NaCl sur la croissance et les composantes de rendement chez les céréales, El Mekkaoui (1992) rapporte également que pour les variétés sensibles l'effet du sel est particulièrement plus marqué sur le rendement en grain que sur la réduction de matière sèche totale.

Ceci semble indiquer que pour ces variétés l'effet de la salinité est néfaste sur la formation des grains de pollen et par conséquent sur la fécondation.

Les résultats obtenus montrent, en effet, qu'outre une forte quantité de grains anormaux en présence de 100 mM NaCl, on observe une diminution du pouvoir germinatif et une perturbation de la croissance des tubes polliniques.

Or, il est nécessaire que le pollen ait un pouvoir germinatif élevé et une croissance des tubes polliniques assez rapide, afin de pouvoir atteindre les ovules avant qu'ils ne cessent d'être fonctionnels.

Dans le cas contraire, le pollen peut dégénérer avant d'atteindre les ovules qui ont une durée de vie très courte chez les céréales (Gate, 1987). La croissance des tubes polliniques est tellement importante dans ces conditions où la durée de réceptivité des ovules est fort probablement réduite aussi.

L'effet dépressif de NaCl à 100 mM sur la qualité du pollen et sur le pouvoir germinatif de ce dernier peut être dû soit à des effets toxiques du sodium, soit à des effets "nutritionnels" (Levitt, 1972) liés à ceux de l'absorption massive du sodium sur l'assimilation d'autres ions (potassium en particulier), ou à une baisse de l'activité chlorophyllienne en liaison avec une perturbation par NaCl du fonctionnement des chloroplastes.

La perturbation du système photosynthétique est d'autant plus importante que la variété est sensible et résulte selon Havaux et Lannoye (1984) d'une altération importante dans la structure des thylakoides.

Les résultats obtenus laissent prévoir des conséquences sur le rendement en grains des céréales dans pareilles conditions.

En affectant la qualité du pollen et son pouvoir fécondant, le chlorure de sodium touche l'une des principales composantes du rendement qui est le nombre de grains par épi.

Comme le montre cette étude, à 100 mM NaCl, la viabilité du pollen est affectée nettement chez les variétés des trois espèces étudiées. D'où la nécessité de tenir compte de ces méfaits qui pourraient entraîner des chutes importantes de rendement pour la culture de céréales en zones salées.

## RÉFÉRENCES CITÉES

Ayers A.D., Brown J.W. & Wadliegh C.W. (1952) Salt tolerance of barley and wheat in soil plots receiving salinisation regimes. *Agron. J.* 44 : 307-310

Baldy C. (1985) Contribution à l'étude des applications de la bioclimatologie végétale à l'agrométéorologie des zones arides et semi-arides en climat méditerranéen et tropical. Thèse de Doctorat ès-Sciences, Université d'Aix-Marseille, 191 p

Brewbaker J.L. & Kwack P. (1963) The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. *Amer. J. Bot.* 50 : 859-865

El Mekkaoui M. (1992) Étude des caractères physiologiques d'adaptation à la salinité chez trois céréales : le blé dur, l'orge et le triticale. Thèse de Doctorat ès-Sciences Agronomiques, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat. 213 p

Gate P. (1987) Mieux comprendre l'élaboration du nombre de grains par épillet chez le blé : Influence des facteurs climatiques. *Perspectives Agricoles* 114 : 39-51

Havaux M. & Lannoye R. (1984) Effects of chilling temperatures on prompt and delayed chlorophyll fluorescence in maize and barley leaves. *Photosynthetica* 18 : 117-127

Hubac C. & Vieira Da Silva J. (1980) Indicateurs métaboliques de contraintes mésologiques. *Physiol. Veg.* 18 : 45-53

Kirichenko F.G. (1972) Promising spring wheat cultivars. Suitanok and Nakat. *Vestnik sel skoknozyaistvennor. Nauk Moskova* 6 : 12-18

Levitt J. (1972) Responses of plants to environmental stresses. Academic Press., M.Y., 2<sup>nd</sup> ed., 497 p

Maas E.V. & Hoffman G.J. (1977) Crop salt tolerance. Current assessment. *ASCE J. Irrig. Diam. Div.* 103 : 134

Rana R.S. (1986) Genetic diversity for salt stresses resistance of wheat in India. *Rachis* 5 : 37-53

Robins J.S. & Domingo C.E. (1962) Moisture and nitrogen effects on irrigated spring wheat. *Agron. J.* 54 : 135-138