

# Effets du NaCl sur la croissance, la floraison et la bulbaison du glaïeul (*Gladiolus grandiflorus* Hort.)

Faouzi HAOUALA et Ismahen SALHI, Département des sciences horticoles et du paysage,  
Institut supérieur agronomique, 4042 Chott Mariem, Sousse, Tunisie  
Renseignements: Faouzi Haouala, e-mail: faouzi.haouala@laposte.net, tél. +216 73 32 75 46



Cultivars de glaïeul à grandes fleurs utilisés pour la production de fleurs coupées.

## Introduction

Le glaïeul est une plante bulbeuse herbacée appartenant à la famille des Iridacées. Le genre *Gladiolus* comprend 180 espèces avec plus de 10 000 cultivars (Ziv et Lilien-Kipnis 1990). Le glaïeul à grandes fleurs (*Gladiolus grandiflorus* Hort.) à floraison estivale est largement utilisé pour la production de fleurs coupées où il occupe la cinquième place dans le commerce mondial des fleurs (Sharma et Sharga 1998).

Bien que le glaïeul tienne une place importante parmi les fleurs coupées en Tunisie grâce à la possibilité d'échelonner sa floraison sur toute l'année avec les différents types de culture (Meynet *et al.* 2000), sa production reste encore restreinte et ne parvient pas à satisfaire le marché local ou encore le marché européen tout proche et grand importateur de fleurs coupées (Haouala 2005). Les problèmes majeurs sont la présence

de maladies endémiques, la disponibilité de matériel végétal adéquat et la salinité des sols et des eaux d'irrigation, hostile au développement de cette culture. La plupart des espèces florales sont des glycophytes sensibles qui montrent une forte sensibilité au sel à des niveaux de tolérance très variables (Maas 1986). Le glaïeul est très sensible à la salinité et son niveau de tolérance ne dépasse pas 2 dS/m (Kotuby-Amacher *et al.* 2000).

L'amélioration foncière par le drainage et la désalinisation des eaux d'irrigation s'avèrent relativement difficiles à appliquer en raison de leur coût élevé et l'amélioration génétique l'est aussi par sa longue durée.

Les données bibliographiques sur la tolérance à la salinité des espèces bulbeuses en général et du glaïeul en particulier sont très limitées; ce travail vise à contribuer à la connaissance de la physiologie de cette espèce en étudiant sa croissance végétative, sa floraison et sa bulbaison en conditions de contrainte saline.

## Matériel et méthodes

### Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est composé de deux cultivars de glaïeuls à grandes fleurs (*Gladiolus grandiflorus* Hort.): «Chinon» (cultivar de saison de couleur rouge) et «Ben Venuto» (cultivar de saison de couleur rose bégonia). Les bulbes utilisés sont de calibre 12/14 et proviennent des Pays-Bas.

### Conduite de la culture

Les bulbes sont plantés dans des pots de 16 cm de diamètre à une profondeur de 5 à 7 cm. Le substrat se compose de sable grossier (30 %), de compost (30 %), de feuilles d'acacia broyées (30 %) et de tourbe (10 %). La culture est menée en serre vitrée à l'Institut supérieur agronomique de Chott Mariem, Sousse (Tunisie). La température de la serre est maintenue à  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ .

### Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un essai factoriel à deux facteurs: le premier est le cultivar et le second la dose de NaCl. Le dispositif de l'essai est en trois blocs aléatoires complets. Le nombre de plantes par traitement est de trente. Les solutions d'arrosage sont préparées à partir d'eau du réseau (témoin), contenant NaCl 10 mM, additionnée de différentes doses de sel de façon à obtenir des solutions à 50, 100 et 150 mM NaCl. L'arrosage avec ces différentes solutions a commencé après la levée des bulbes à raison de deux à trois fois par semaine, selon la saison, de façon à maintenir le substrat de culture toujours humide. La dose d'arrosage est de 0,7 l par plante.

Les mesures de la croissance végétative portent sur la longueur des feuilles et le nombre de feuilles déployées. Elles sont effectuées tous les sept jours jusqu'à la fin de la culture. La floraison est mesurée par:

- la longueur de l'épi floral: enregistrée de son apparition jusqu'à la récolte, soit à la coloration du premier fleuron inférieur;
- la longueur de la hampe florale: épi inclus, mesurée à la récolte;
- le poids frais de la hampe florale: mesuré à la récolte.

Le suivi de la bulbaison examine la formation des organes de reproduction, les bulbes-fils. Deux paramètres peuvent rendre compte de la grosseur de ces derniers: la biomasse fraîche (g) et le calibre, exprimé par la circonférence (cm), mesurés en fin de culture à l'arrachage des plantes.

L'analyse de la variance a été réalisée à l'aide du logiciel SPSS. La comparaison des moyennes a été effectuée en utilisant le test de Duncan au seuil de 5 %.

**Résumé** Deux cultivars de glaïeul, «Chinon» et «Ben Venuto», ont été cultivés en serre vitrée à une température de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . L'arrosage des plantes a été effectué à l'eau du réseau (témoin) additionnée de différentes doses de NaCl: 50, 100 et 150 mM. La croissance végétative, la floraison des plantes et la formation des bulbes-fils étaient nettement affectées par la salinité de la solution d'arrosage. En effet, la réduction relative de la longueur et du nombre de feuilles en présence de NaCl 150 mM a varié de 12 à 29 % tandis que le poids frais et la circonférence des bulbes-fils diminuaient de 29 à 64 %. La croissance des organes végétatifs aériens et souterrains, la production florale et la tolérance relative à la salinité étaient meilleures chez le cultivar «Chinon».

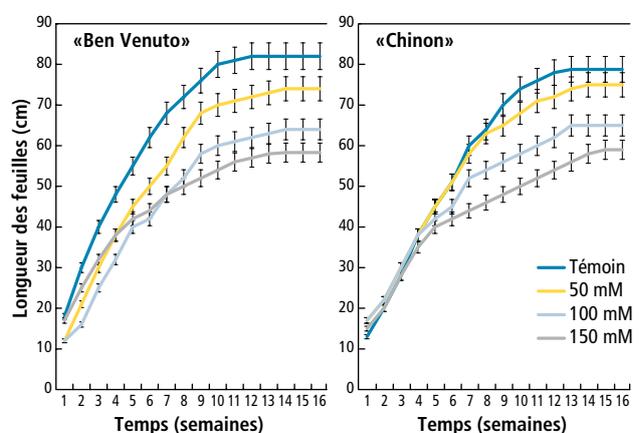
## Résultats

### Croissance végétative

#### Longueur des feuilles

La croissance foliaire passe principalement par deux phases:

- une première phase de onze à douze semaines, selon le cultivar et la dose de sel, où la croissance est rapide;
- une deuxième phase où la croissance est très faible ou pratiquement nulle (fig.1).



**Figure 1** | Longueur des feuilles des cultivars de glaïeul (*Gladiolus grandiflorus* Hort.) «Ben Venuto» et «Chinon» cultivés en serre, selon la concentration en NaCl de l'eau d'arrosage (témoin = 10 mM NaCl; 50, 100, 150 mM). Les intervalles de confiance sont calculés au seuil de 95 %.

La longueur des feuilles est la plus élevée sur le milieu témoin, avec respectivement 82 et 78,8 cm chez «Ben Venuto» et «Chinon» (tabl.1). La salinité de l'eau d'arrosage affecte ce paramètre dès NaCl 50 et 100 mM, respectivement chez «Ben Venuto» et «Chinon». En présence de 150 mM, la longueur foliaire chute respectivement à 58,3 et 59 cm, ce qui représente 71 et 75 % du témoin.

### Nombre de feuilles déployées

Sur le milieu témoin, le nombre de feuilles déployées par plante atteint respectivement 4,4 et 5,6 chez «Ben Venuto» et «Chinon» (fig. 2; tabl.1). Il est sensiblement diminué par la salinité et arrive respectivement à 3,6 et 4,9 feuilles, soit 82 et 88 % du témoin, sur NaCl 150 mM.

### Floraison

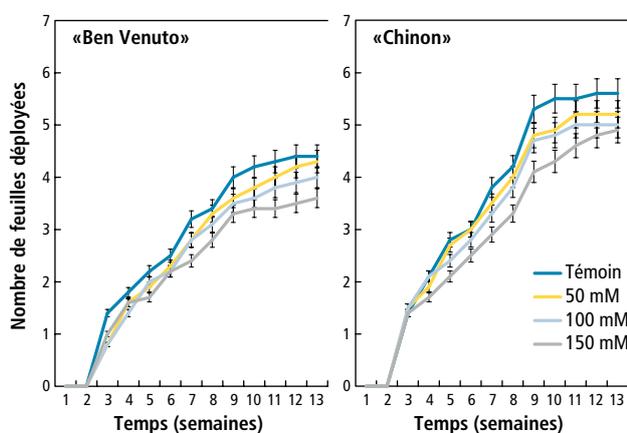
#### Dynamique de la floraison

L'entrée en floraison des plantes témoins se fait 84 et 95 jours après la plantation des bulbes, respectivement pour les cultivars «Chinon» et «Ben Venuto» (tabl.1).

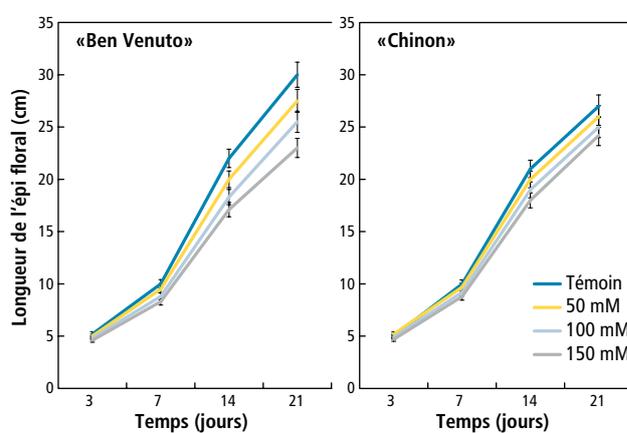
La salinité de la solution d'arrosage n'affecte pas l'entrée en floraison des plantes, qui est seulement retardée de deux à trois jours par rapport au témoin, en présence de NaCl 150 mM. La durée de la floraison des plantes s'étale sur une vingtaine de jours et celle-ci est légèrement plus longue sur NaCl 150 mM (25 jours), mais ces différences ne sont significatives que pour le cultivar «Ben Venuto».

### Longueur de l'épi floral

La croissance en longueur de l'épi floral dure en moyenne 21 jours, quels que soient le cultivar et la dose de sel. La longueur de l'épi floral est la plus élevée sur le milieu témoin, avec respectivement 27 et 30 cm chez «Chinon» et «Ben Venuto» au stade récolte (fig. 3; tabl.1). La salinité du milieu réduit la longueur de l'épi floral qui chute à 23 et 24,2 cm sur NaCl 150 mM, chez «Ben Venuto» et «Chinon», soit 77 et 90 % du témoin. Bien que ce paramètre soit généralement plus élevé chez le cultivar «Ben Venuto», celui-ci paraît plus affecté par la salinité que le cultivar «Chinon».



**Figure 2** | Nombre de feuilles déployées des cultivars de glaïeul (*Gladiolus grandiflorus* Hort.) «Ben Venuto» et «Chinon» cultivés en serre, selon la concentration en NaCl de l'eau d'arrosage (témoin = 10 mM NaCl; 50, 100, 150 mM). Les intervalles de confiance sont calculés au seuil de 95 %.



**Figure 3** | Longueur de l'épi floral des cultivars de glaïeul (*Gladiolus grandiflorus* Hort.) «Ben Venuto» et «Chinon» cultivés en serre, selon la concentration en NaCl de l'eau d'arrosage (témoin = 10 mM NaCl; 50, 100, 150 mM). Les intervalles de confiance sont calculés au seuil de 95 %.

**Tableau 1** | Nombre de jours nécessaires à l'entrée en floraison, durée de la floraison, longueur finale des feuilles, nombre total de feuilles déployées et longueur finale de l'épi floral chez les cultivars de glaïeul «Chinon» (CH) et «Ben Venuto» (BV)

NaCl (mM)	Témoin		50		100		150	
	CH	BV	CH	BV	CH	BV	CH	BV
Début de floraison (j)	84 ± 6 <sup>a</sup>	95 ± 7 <sup>a</sup>	84 ± 7 <sup>a</sup>	96 ± 8 <sup>a</sup>	86 ± 6 <sup>a</sup>	96 ± 7 <sup>a</sup>	87 ± 7 <sup>a</sup>	97 ± 8 <sup>a</sup>
Durée de floraison (j)	20 ± 2 <sup>a</sup>	20 ± 2 <sup>a</sup>	20 ± 3 <sup>ab</sup>	20 ± 3 <sup>ab</sup>	21 ± 2 <sup>ab</sup>	22 ± 3 <sup>ab</sup>	25 ± 3 <sup>ab</sup>	25 ± 2 <sup>b</sup>
Longueur des feuilles (cm)	78,8 ± 3,1 <sup>dc</sup>	82,1 ± 3,3 <sup>d</sup>	75,2 ± 3,0 <sup>c</sup>	74 ± 3,0 <sup>c</sup>	65,1 ± 2,6 <sup>b</sup>	64,2 ± 2,5 <sup>b</sup>	59 ± 2,3 <sup>a</sup>	58,3 ± 2,3 <sup>a</sup>
Nombre de feuilles déployées	5,6 ± 0,3 <sup>d</sup>	4,4 ± 0,2 <sup>b</sup>	5,2 ± 0,2 <sup>cd</sup>	4,3 ± 0,2 <sup>b</sup>	5 ± 0,2 <sup>c</sup>	4 ± 0,2 <sup>ab</sup>	4,9 ± 0,2 <sup>c</sup>	3,6 ± 0,2 <sup>a</sup>
Longueur de l'épi floral (cm)	27,2 ± 1,0 <sup>c</sup>	30,2 ± 1,2 <sup>d</sup>	26,1 ± 1,0 <sup>bc</sup>	27,5 ± 1,1 <sup>c</sup>	25,1 ± 1,0 <sup>b</sup>	25,5 ± 1,0 <sup>bc</sup>	24,2 ± 1,0 <sup>ab</sup>	23,1 ± 0,9 <sup>a</sup>

Des petites lettres différentes sur la même ligne indiquent des différences significatives entre les traitements. ± = écart-type.

### Longueur de la hampe florale

La hampe florale à la récolte est la plus longue chez les plantes témoins, avec respectivement 69 et 78,5 cm chez «Ben Venuto» et «Chinon» (fig. 4). Sur NaCl 50 mM, ce paramètre baisse respectivement à 65,5 et 73 cm. Sur NaCl 150 mM, les valeurs respectives ne sont que de 39,3 et 52,5 cm, équivalant à 57 et 67 % du témoin. Les fortes concentrations en NaCl (100 et 150 mM) affectent significativement plus le cultivar «Ben Venuto» que le cultivar «Chinon».

### Poids frais de la hampe florale

C'est sur le milieu témoin que le poids frais de la hampe florale à la récolte est le plus élevé, il est de respectivement 48,3 et 54,5 g chez «Ben Venuto» et «Chinon» (fig. 5). Ce paramètre est sensiblement affecté par la

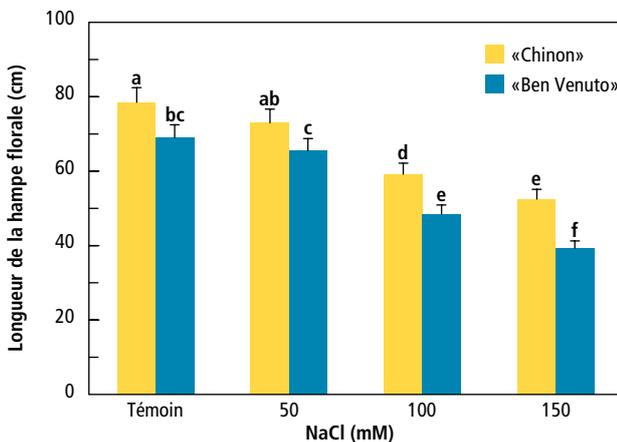


Figure 4 | Longueur de la hampe florale à la récolte des cultivars de glaïeul (*Gladiolus grandiflorus* Hort.) «Ben Venuto» et «Chinon» cultivés en serre, selon la concentration en NaCl de l'eau d'arrosage (témoin = 10 mM NaCl; 50, 100, 150 mM).

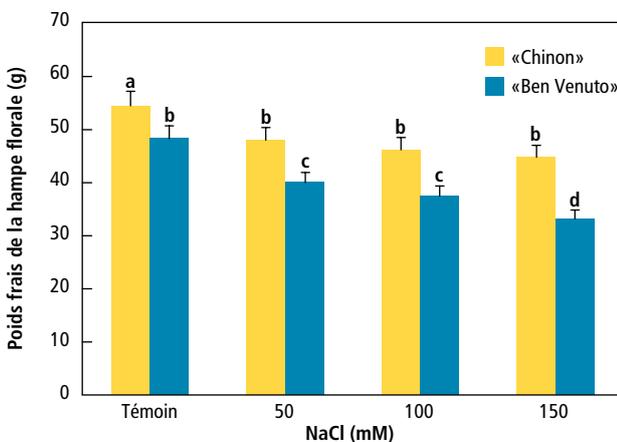


Figure 5 | Poids frais de la hampe florale à la récolte des cultivars de glaïeul (*Gladiolus grandiflorus* Hort.) «Ben Venuto» et «Chinon» cultivés en serre, selon la concentration en NaCl de l'eau d'arrosage (témoin = 10 mM NaCl; 50, 100, 150 mM).

salinité de l'eau d'arrosage et se réduit à respectivement 33,2 et 44,8 g sur NaCl 150 mM (69 et 82 % du témoin). Le cultivar «Ben Venuto» semble plus sensible à la salinité que le cultivar «Chinon».

### Bulbaison

#### Poids frais des bulbes-fils

Le poids frais des bulbes-fils est le plus élevé sur le milieu témoin (fig. 6). Il est de respectivement 25 et 32 g pour «Ben Venuto» et «Chinon». La salinité de la solution d'arrosage affecte ce paramètre dès NaCl 50 mM avec une biomasse fraîche des bulbes se réduisant à respectivement 15 et 25 g. Sur NaCl 150 mM, cette biomasse chute respectivement à 9 et 12 g, soit seulement 36 et 38 % du témoin. Le poids frais des bulbes-fils est plus élevé chez le cultivar «Chinon».

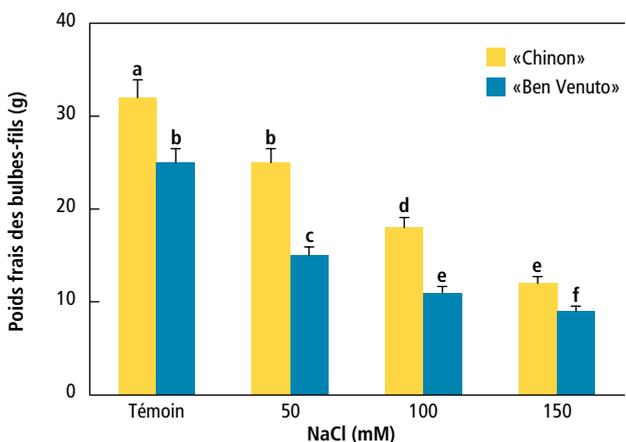


Figure 6 | Poids frais des bulbes-fils à la récolte des cultivars de glaïeul (*Gladiolus grandiflorus* Hort.) «Ben Venuto» et «Chinon» cultivés en serre, selon la concentration en NaCl de l'eau d'arrosage (témoin = 10 mM NaCl; 50, 100, 150 mM).

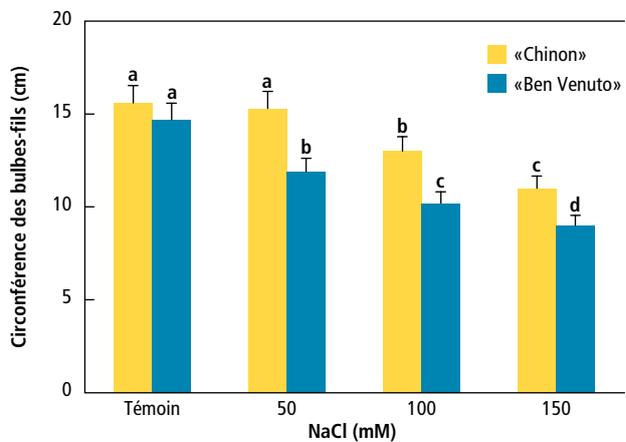


Figure 7 | Calibre des bulbes-fils, exprimé par la circonférence, des cultivars de glaïeul (*Gladiolus grandiflorus* Hort.) «Ben Venuto» et «Chinon» cultivés en serre, selon la concentration en NaCl de l'eau d'arrosage (témoin = 10 mM NaCl; 50, 100, 150 mM).

Figures 4 à 7: les valeurs surmontées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes ( $P = 0,05$ ).

### Calibre des bulbes-fils

Le calibre des bulbes fils, exprimé par la circonférence, est plus important chez les plantes témoins avec respectivement 14,7 et 15,6 cm chez «Ben Venuto» et «Chinon» (fig. 7). Ce paramètre est diminué par la salinité dès NaCl 50 et 100 mM, respectivement chez «Ben Venuto» et «Chinon». Avec la plus forte dose de NaCl (150 mM), le calibre des bulbes n'est plus que de 9 et 11 cm, soit 61 et 71 % du témoin, chez «Ben Venuto» et «Chinon». La circonférence des bulbes-fils est plus importante chez le cultivar «Chinon».

## Discussion

L'étude de la tolérance à la salinité du glaïeul cultivé en serre a montré que le NaCl affecte la croissance des plantes et limite l'émergence de nouvelles feuilles. En effet, la croissance végétative aérienne, exprimée par la longueur et le nombre de feuilles déployées, est fortement diminuée chez les deux cultivars. Ainsi, la réduction relative de la longueur des feuilles en présence de NaCl 150 mM varie de 25 à 29 %, respectivement chez «Chinon» et «Ben Venuto».

La réduction relative du nombre de feuilles déployées sur NaCl 150 mM est de 12 et 18 %, respectivement chez «Chinon» et «Ben Venuto».

Kaya *et al.* (2006) ont indiqué que la croissance du tournesol (*Helianthus annuus* L.) engendre une réduction graduelle de la longueur des feuilles avec l'augmentation de la conductivité électrique de la solution d'arrosage. Chez *Impatiens hawkeri*, la salinité de la solution d'arrosage diminue la hauteur et la biomasse de la plante et réduit la surface foliaire (Todd et Reed 1998). Haouala (2002) a montré que la salinité affecte l'allongement de la tige et la production de matière sèche des organes végétatifs (racines, tiges, feuilles) de l'œillet (*Dianthus caryophyllus* L.).

L'entrée en floraison et la durée de la période de floraison des glaïeuls ne semblent pas être affectées par la salinité, contrairement à d'autres espèces comme l'œillet (*D. caryophyllus*), dont la salinité de l'eau d'arrosage retarde la floraison et raccourcit la période de floraison (Haouala 2002). La qualité des fleurs, déterminée par la longueur de l'épi floral, la longueur et le poids frais de la hampe florale, est affectée par la salinité. La longueur de la hampe florale est le paramètre le plus touché par la salinité, avec une réduction rela-

tive de la longueur de 33 à 43 %, selon le cultivar, en présence de NaCl 150 mM. La diminution de la qualité des fleurs par le sel a été décrite chez d'autres espèces florales comme le rosier (Haouala 1990), le cosmos, le zinnia, l'agératum, la célosie (Devitt et Morris 1987) et l'œillet (Haouala 2002).

La croissance végétative des organes souterrains bulbeux est également affectée par la salinité du milieu de culture: cependant, le poids frais des bulbes-fils diminue déjà chez les deux cultivars dès NaCl 50 mM, tandis que leur circonférence commence à être affectée avec NaCl 50 et 100 mM, respectivement chez «Ben Venuto» et «Chinon».

Ainsi, la sensibilité à la salinité des organes végétatifs du glaïeul peut dépendre du type d'organe et du cultivar. En effet, les organes végétatifs souterrains (bulbes-fils) de la plante se sont avérés plus sensibles à la salinité que les organes aériens (feuilles). Or, chez la plupart des glycophytes, la croissance des racines est presque toujours moins affectée par la salinité que celle des tiges et le rapport racines/tiges augmente (Munns et Termaat, 1986). Toutefois, chez certaines espèces florales comme le tagète, le zinnia, l'alyse, l'agératum et le cosmos, le rapport racines/pousses diminue (Devitt et Morris 1987). Par ailleurs, le cultivar «Ben Venuto» a semblé plus touché par la salinité que le cultivar «Chinon». Croughan *et al.* (1988) ont également indiqué que les effets du sel sur la croissance diffèrent selon la variété. Chez l'œillet (*Dianthus caryophyllus* L.), la réduction relative de la longueur de la tige sous stress salin dépend du cultivar et elle est plus importante chez le cultivar «Triomphe» que chez le cultivar «Marie Chabaud» (Haouala et Bettaïeb 2002).

## Conclusions

- La sensibilité à la salinité du glaïeul se reflète linéairement à travers tous les paramètres de croissance végétative, de floraison et de bulbaison étudiés.
- La longueur et le nombre de feuilles par plante sont diminués, la qualité des fleurs et la formation des bulbes-fils sont affectées par le sel.
- Le cultivar «Ben Venuto» paraît plus sensible à la salinité et sa sensibilité se manifeste dès NaCl 50 mM, tandis que le cultivar «Chinon» réagit à partir de 100 mM. ■

### Summary NaCl effects on growth, flowering and bulbing of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* Hort.)

Two gladiolus cultivars «Chinon» and «Ben Venuto», were cultivated under glasshouse at  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . Sprinkling of plants was realized with running tap water added or not (control) with different NaCl doses: 50, 100 and 150 mM. Vegetative growth, flowering and development of new bulbs were clearly affected by salinity level of sprinkling solution. The relative decrease of length and number of leaves in presence of NaCl 150 mM varied from 12 to 29 %, while fresh weight and circumference of new bulbs decreased from 29 to 64 %. Growth of aerial and underground vegetative parts, flower production and relative tolerance to salinity were less affected by cultivar «Chinon».

**Key words:** vegetative growth, flowering, bulbing, gladiolus, salinity.

### Zusammenfassung Auswirkungen von NaCl auf Wachstum, Blüte und bulbing von Gladiolen (*Gladiolus grandiflorus* Hort.)

Zwei Gladiolen Sorten, «Chinon» und «Ben Venuto», wurden im Gewächshaus bei einer Temperatur von  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  kultiviert. Die Bewässerung der Pflanzen war mit Leitungswasser (Kontrolle), ergänzt mit bzw. 50, 100 und 150 mM NaCl, durchgeführt. Vegetatives Wachstum, blühenden Pflanzen und Blumenzwiebelbildung waren signifikant von Salzgehalt der Spritzlösung betroffen. Tatsächlich lag die relative Reduktion der Länge und Anzahl der Blätter in Gegenwart von 150 mM NaCl 12 bis 29 %, während die von Frischgewicht und Umfang von Sohnzwiebeln von 29 bis 64 % vermindert. Wachstum der vegetativen Organe, Blumenzucht und die relative Toleranz gegenüber Salzgehalt waren besser bei der Sorte «Chinon».

### Riassunto Effetti di NaCl sulla crescita, fioritura e bulbing di gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* Hort.)

Una cultura di gladiolo cultivar «Chinon» e «Ben Venuto» è stata condotta in serra alla temperatura di  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . Innaffiamento delle piante è stata fatta con acqua di rubinetto (controllo) con diverse dosi di NaCl, per ottenere 50, 100 e 150 mM. Crescita vegetativa, piante fiorite e formazione dei bulbi figli risultavano significativamente alterate dalla salinità della soluzione di irrigazione. Infatti, la riduzione relativa della lunghezza e del numero di foglie in presenza di 150 mM NaCl variava del 12 a 29 % mentre quella di peso fresco e della circonferenza dei bulbi figli era di 29–64 %. La crescita degli organi vegetativi sopra e sotto terra, la produzione di fiori e la relativa tolleranza alla salinità sono stati migliori da «Chinon» cv.

### Bibliographie

- Croughan T. P., Stavarek S. J. & Rains D. W., 1988. Selection of a NaCl tolerant line of cultured Alfalfa cells. *Crop Sci.* **18**, 959–963.
- Devitt D. A. & Morris R. L., 1987. Morphological response of flowering annuals to salinity. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **112** (6), 951–955.
- Haouala F., 1990. Effets de la salinité sur la croissance et la nutrition minérale du rosier de serre. DEA de Physiologie végétale, Faculté des sciences de Tunis (Tunisie), 58 p.
- Haouala F., 2002. Effets de la salinité sur la croissance et la floraison de deux variétés d'œillet. *PHM – Revue horticole* **439**, 28–32.
- Haouala F., 2005. Redynamiser la production de fleur coupée en Tunisie. *PHM – Revue horticole* **470**, 31–34.
- Haouala F. & Bettaieb T., 2002. Développement et nutrition de deux variétés d'œillet (*Dianthus caryophyllus* L.) en condition de contrainte saline. *Revue de l'Institut national agronomique de Tunisie* **17** (2), 103–118.
- Kaya M. D., Okçu G., Atak M., Çikili Y. & Kolsarici Ö., 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy* **24** (4), 291–295.
- Kotuby-Amacher J., Koenig R. & Kitchen B., 2000. Salinity and plant tolerance. Utah State University Cooperative Extension, 8 p.
- Maas E. V., 1986. Salt tolerance of plants. *Applied agricultural Research* **1** (1), 12–26.
- Meynet J., Krichene R., Bettaieb T. & Tissaoui T., 2000. Manuel des fleurs coupées. Projet FAO/TCP, APIA, Tunis, 107 p.
- Munns R. & Termaat A., 1986. Whole-plant responses to salinity. *Aust. J. Plant Physiol.* **13**, 143–160.
- Sharma S. C. & Sharga A. N., 1998. Commercial cultivation of gladiolus. In: Floriculture Technology Trades and Trends. New Delhi, Oxford publishing Co. Pvt. Ltd., 199–202.
- Todd N. M. & Reed D. W., 1998. Characterizing salinity limits of New-Guinea Impatiens in recirculating sibirrigation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **123** (1), 156–160.
- Ziv M. & Lilien-Kipnis H., 1990. Gladiolus. In: Handbook of Plant Cell Culture. Vol 5, New York, McGraw Hill Publishing Co., 461–478.