

# Résistance et survie à la sécheresse chez les graminées pérennes

Florence Volaire, Sylvain Satger, François Lelièvre

INRA, UMR SYSTEM (Fonctionnement et Conduite des Systèmes de Cultures Tropicales et Méditerranéens), 2, place Viala, F-34060 Montpellier cedex 1 ; volaire@supagro.inra.fr

## Introduction

La résistance à la sécheresse des plantes fourragères pérennes se définit en climat tempéré comme l'aptitude à maintenir une croissance et un niveau de production relativement élevés pendant des sécheresses de durée et d'intensité modérées. **En climat méditerranéen**, où la sécheresse estivale est intense et continue pendant 3 mois ou plus, il n'y a pas de croissance significative pendant cette période, et **la résistance est l'aptitude à survivre et à conserver un peuplement élevé pendant la sécheresse, puis à redémarrer vigoureusement au retour des pluies d'automne**. Les stratégies et mécanismes physiologiques développés par les plantes pour ces deux types de résistances peuvent être différents, voire s'opposer. La plupart des cultivars sélectionnés pour des conditions tempérées, y compris chez des espèces globalement considérées comme résistantes telles que dactyle et fétuque élevée, subissent de fortes mortalités et présentent une pérennité plus faible que les cultivars méditerranéens.

Nous avons étudié les stratégies de survie chez diverses populations de dactyle sélectionnées à partir de matériel tempéré, méditerranéen sub-humide et semi-aride. Dans chaque espèce, la résistance s'accroît avec le cumul de quelques réponses adaptatives qui tendent à accroître la capacité de prélèvement hydrique et/ou à réduire la transpiration en conditions de fort déficit hydrique.

## 1. Réponses adaptatives contribuant au retard de déshydratation

### – Réponses associées à la réduction des pertes en eau

**La date de floraison** : Chez 21 populations de dactyle, la date de floraison est significativement corrélée ( $r^2=0,75$ ) à la survie à la sécheresse. Les génotypes les plus précoces sont originaires des régions les plus semi-arides et sont aussi les plus résistants. Cette précocité favorise une plus longue période de repousse et la mise en réserve carbonée avant le début de l'été (VOLAIRE et LELIEVRE, 1997).

**Potentiel de croissance estival** : La résistance est inversement corrélée au potentiel de croissance estival. La faible persistance des populations d'origine nordique, en cas de sécheresse sévère, est associée avec leur forte réponse à l'irrigation estivale et à leur utilisation continue de réserves carbonées (VOLAIRE, 1995). Les populations d'origine méditerranéenne répondent peu à l'irrigation estivale et accumulent de forts niveaux de réserves carbonées dans les tissus basaux, remobilisés pour une reprise active en automne. Le cas le plus intéressant de régulation de croissance en été concerne la dormance estivale complète (voir l'autre poster VOLAIRE *et al.*, dans ce même document). La dormance confère le taux de survie le plus élevé dans les cas de sécheresse extrême (VOLAIRE, 2002 ; VOLAIRE *et al.*, 2001).

### – Réponses adaptatives contribuant à l'augmentation des prélèvements hydriques

**Profondeur du système racinaire** : Au champ, la profondeur racinaire maximum et la densité de racines des cultivars sensibles sont inférieures à celles des cultivars résistants (VOLAIRE *et al.*, 1998b). L'importance de l'enracinement pour maintenir un flux continu d'eau, même minime, est un trait essentiel contribuant à la survie (GARWOOD et SINCLAIR, 1979).

**Prélèvements hydriques à faible potentiel hydrique du sol** : dans une expérimentation en tube, avec un enracinement similaire pour tous les génotypes, la capacité limite à extraire de l'eau à faible potentiel était significativement différente entre des cultivars sensibles (- 2,8 MPa) et des cultivars résistants (- 3,8 MPa). Cette adaptation combinée à la profondeur racinaire permet de prélever une petite réserve hydrique supplémentaire (10-20 mm) qui allonge très significativement la période de survie, à des moments où le flux transpiratoire est réduit à 2-4% de l'évapotranspiration potentielle (VOLAIRE et LELIEVRE, 2001).

## 2. Réponses adaptatives contribuant à la tolérance à la déshydratation

### – Seuils de tolérance à la déshydratation

Quand les limbes matures sont entièrement sénescents, les tissus aériens qui constituent les organes qui survivent le plus longtemps sont les bases des dernières feuilles encloses incluant les méristèmes. Ces organes se déshydratent lorsque la sécheresse progresse. Bien que la teneur en eau de ces tissus soit significativement plus faible chez les géotypes résistants pendant la majeure partie du dessèchement, elle atteint un seuil entre 30 et 40% qui n'est pas différent entre populations sensibles et résistantes en fin de stress. Nous avons montré que la survie de ces tissus dépend plus de la durée pendant laquelle leur intégrité physiologique se maintient à ce seuil de déshydratation que de la valeur minimale de teneur en eau atteinte (VOLAIRE *et al.*, 1998a).

### – Facteurs de tolérance à la déshydratation

**Réserves carbonées** : La comparaison de 21 géotypes de dactyle a montré une forte accumulation de sucres solubles totaux dans les bases des talles pendant la sécheresse et que les fructanes et le sucrose étaient les composés les plus abondants (VOLAIRE et LELIEVRE, 1997). La survie estivale est corrélée avec un pool relativement important de fructanes très polymérisés. Ces composés pourraient contribuer à la stabilisation des membranes des tissus de survie et donc favoriser leur tolérance à la déshydratation.

**Protéines spécifiques** : Des protéines de type 'déhydrines' sont accumulées dans les tissus végétaux en réponse à tout stress osmotique (CLOSE, 1997). Nous avons montré que l'abondance de ces protéines croissait avec l'intensité du stress hydrique dans les tissus de survie. Néanmoins, alors que leur accumulation était supérieure chez un dactyle résistant que chez un sensible (VOLAIRE, 2002), il a été montré que l'abondance apparaissait proportionnelle au niveau de déshydratation des tissus et ne pouvait pas être considérée comme un marqueur de résistance chez la fétuque et le dactyle (VOLAIRE *et al.*, 2005).

## Conclusion

Dans une espèce, les types résistants combinent les caractères favorables à un prélèvement hydrique efficace, un fort niveau de tolérance à la déshydratation et le cas échéant, à l'expression d'une dormance estivale. Toutefois, le mode de gestion des prairies au printemps, et notamment l'intensité des défoliations, doit être appropriée pour ne pas compromettre l'état des plantes entrant dans la période estivale. Tous ces aspects, comportant des applications en amélioration végétale et en gestion de peuplements, sont étudiés dans le cadre d'un projet euro-méditerranéen ([www.montpellier.inra.fr/PERMED](http://www.montpellier.inra.fr/PERMED)).

## Références bibliographiques

- CLOSE T J (1997) Dehydrins: a commonality in the response of plants to dehydration and low temperature. *Physiologia Plantarum* 100, 291-296.
- GARWOOD E A, SINCLAIR J (1979) Use of water by six grass species. 2. Root distribution and use of soil water. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 93, 25-35.
- VOLAIRE F (1995) Growth, carbohydrate reserves and drought survival strategies of contrasting *Dactylis glomerata* populations in a Mediterranean environment. *Journal of Applied Ecology* 32, 56-66.
- VOLAIRE F (2002) Drought survival, summer dormancy and dehydrin accumulation in contrasting cultivars of *Dactylis glomerata*. *Physiologia Plantarum* 116, 42-51.
- VOLAIRE F, LELIEVRE F (1997) Production, persistence, and water-soluble carbohydrate accumulation in 21 contrasting populations of *Dactylis glomerata* L. subjected to severe drought in the south of France. *Australian Journal of Agricultural Research* 48, 933-944.
- VOLAIRE F, LELIEVRE F (2001) Drought survival in *Dactylis glomerata* and *Festuca arundinacea* under similar rooting conditions in tubes. *Plant & Soil* 229, 225-234.
- VOLAIRE F, THOMAS H, BERTAGNE N, BOURGEOIS E, GAUTIER M F, LELIEVRE F (1998a) Survival and recovery of perennial forage grasses under prolonged Mediterranean drought: water status, solute accumulation, abscisic acid concentration and accumulation of dehydrin transcripts in bases of immature leaves. *New Phytologist* 140, 451-460.
- VOLAIRE F, THOMAS H, LELIEVRE F (1998b) Survival and recovery of perennial forage grasses under prolonged Mediterranean drought: growth, death, water relations and solute content in herbage and stubble. *New Phytologist* 140, 439-449.
- VOLAIRE F, CONEJERO G, LELIEVRE F (2001) Drought survival and dehydration tolerance in *Dactylis glomerata* and *Poa bulbosa*. *Australian Journal of Plant Physiology* 28, 743-754.
- VOLAIRE F, NORTON M R, NORTON G M, LELIEVRE F. (2005) Seasonal patterns of growth, dehydrins and water-soluble carbohydrates in genotypes of *Dactylis glomerata* varying in summer dormancy. *Annals of Botany* 95, 981-990.
- VOLAIRE F, LELIEVRE F (1997) Production, persistence, and water-soluble carbohydrate accumulation in 21 contrasting populations of *Dactylis glomerata* L. subjected to severe drought in the south of France. *Australian Journal of Agricultural Research* 48, 933-944.