

Comparaison de la réponse à la température de différents processus physiologiques chez des variétés de luzerne et de fétuque élevée issues de milieux tempérés et méditerranéens

S. Zaka, L.Q. Ahmed, G. Louarn, A.J. Escobar-Gutiérrez, J.-L. Durand

INRA, UR4 P3F, Equipe d'Ecophysiologie des Plantes Fourragères, Le Chêne, BP 6, F-86600 Lusignan ; szaka@lusignan.inra.fr

Introduction

Le changement climatique modifie le climat mondial. La température est l'un des facteurs les plus affectés : au travers de ses différents scénarios, le G.I.E.C. prévoit une augmentation globale de la température allant de +1,8°C (1,1-2,9°C) pour les projections les plus optimistes jusqu'à +4,0°C (2,4-6,4°C) pour les plus alarmantes. Elle est aussi l'un des facteurs principaux qui gouverne le fonctionnement des végétaux : elle agit sur l'ensemble de la plante (que ce soit au niveau aérien ou souterrain), à toutes les échelles (des aspects biochimiques aux aspects morphologiques) et sur l'ensemble du cycle végétal (de la germination à la dessiccation). Il est donc indispensable d'anticiper les effets attendus sur la production agricole, notamment les fourrages, en approfondissant les connaissances actuelles concernant l'effet de la température sur le développement, la croissance, l'assimilation des surfaces d'échanges (photosynthèse et fixation) ou la respiration des plantes fourragères (BRISSEON et LEVRAULT, 2010). Par ailleurs, peu d'éléments sont connus sur la variabilité génétique disponible pour la réponse à la température des espèces cultivées, notamment des espèces prairiales, et particulièrement pour les gammes de températures extrêmes.

Afin d'effectuer des études d'impacts du changement climatique sur les prairies, les modèles s'avèrent être des outils indispensables (BRISSEON et LEVRAULT, 2010). Mais, ils ne prennent pas encore bien en compte l'effet non linéaire de la température pris sur une large gamme (de 0 à 40°C), si bien que l'estimation de l'effet de ces extrêmes sur la plante peut être biaisée (WHITE, 2003). L'augmentation progressive de l'occurrence des températures caniculaires nous amène donc à devoir ajuster ces courbes de réponse à la température dans les modèles existants.

L'objectif principal du travail est de caractériser la courbe de réponse à la température de 5 à 40°C, pour deux espèces fourragères (luzerne et fétuque élevée), pour différents processus physiologiques de la germination à la phase autotrophe. Au sein de chaque espèce, des variétés d'origine géographiques différentes seront évaluées. Les mesures portant sur la germination et la phase hétérotrophe ont déjà été effectuées. Dans l'état actuel du travail, nous chercherons à savoir si on observe une variabilité dans les courbes de réponse à la température d'un processus donné entre génotypes et / ou variétés d'une même espèce.

Des essais en cours nous permettront de voir s'il est possible de n'avoir qu'une unique courbe de réponse à la température qui caractériserait une partie des processus physiologiques d'un même génotype et / ou variété. A terme, l'introduction de ces courbes de réponse dans les modèles pourrait permettre de mieux évaluer les effets des températures extrêmes dus au changement climatique.

1. Matériel et méthodes

– Réponse de la germination à la température

A chaque niveau de température, 16 populations de 400 graines de luzerne (*Medicago sativa*) et de fétuque (*Festuca arundinacea*) ont été obtenues au Centre de Ressources Génétiques des Espèces Fourragères (URP3F-INRA de Lusignan). La dormance de la fétuque a été levée par stratification humide à 5°C pendant une semaine. Les graines de luzerne ont été scarifiées quelques secondes en les frottant avec du papier de verre. Des lots de 100 graines ont été placées dans des boîtes de Petri de 90 mm de diamètre entre deux couches de papier Wattman humectées avec 5 ml d'eau désionisée. Les boîtes de Petri ont été ensuite placées à l'obscurité dans des chambres de culture maintenues à 5, 10, 15, 20, 25, 30 ou 35°C. Les graines étaient considérées comme germées lorsque la radicule visible faisait au moins 2 mm. La fréquence de comptage de graines germées et la durée de chaque test dépendent de la température. Les vitesses maximales de germination de chaque variété ont été étudiées en fonction de la température.

– Réponse de la plante autotrophe à la température

Pour chaque espèce, des variétés populations (graines) et des clones (boutures) représentatifs d'un gradient nord-sud ont été mises à disposition. Pour la luzerne, nous travaillons avec 2 populations et 11 clones ; pour la fétuque, avec 2 populations et 9 clones. L'ensemble du matériel végétal est repiqué dans des pots de sable de 8 centimètres de diamètre (1 plant par pot) et placé en chambre de culture à 25°C jusqu'au stade 4-5 feuilles

pour la luzerne et 3-4 feuilles pour la fétuque. Les plants sont ensuite transférés à la température de consigne étudiée (5 à 40°C) avec un rayonnement incident de 400 à 500 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$, une photopériode de 16 h et une humidité non limitante (VPD inférieur à 1,5 kPa). L'ensemble des plants seront régulièrement arrosés avec une solution azotée. Seuls les pots destinés à l'étude de la fixation azotée par la luzerne ne recevront pas d'azote. Dès lors, des mesures sont effectuées de façon régulière ou ponctuelle (voir Tableau 1).

TABLEAU 1 – Mesures effectuées sur la luzerne et la fétuque élevée durant la phase autotrophe pour des températures allant de 5 à 40°C.

	Luzerne	Fétuque élevée
Développement	Nombre de feuilles sur l'axe I Nombre de feuilles sur les ramifications II	Nombre de feuilles
Croissance	Taille des feuilles par niveau de phytomère Taille finale foliaire Concentration d'azote foliaire Longueur de la tige principale Ratio « shoot/root »	Taille des feuilles de la talle mère (longueur) Taille finale foliaire Concentration d'azote foliaire Taille finale de la gaine Ratio « shoot/root »
Assimilation	Photosynthèse nette et A_{max} , V_{pmax} , V_{cmax} , J_{max} et V_{TPU} Proportion d'azote fixé Taux de fixation (/unité de masse des nodules)	Photosynthèse nette et A_{max} , V_{pmax} , V_{cmax} , J_{max} et V_{TPU}
Respiration	Echanges gazeux à l'obscurité	Echanges gazeux à l'obscurité

2. Résultats et discussion

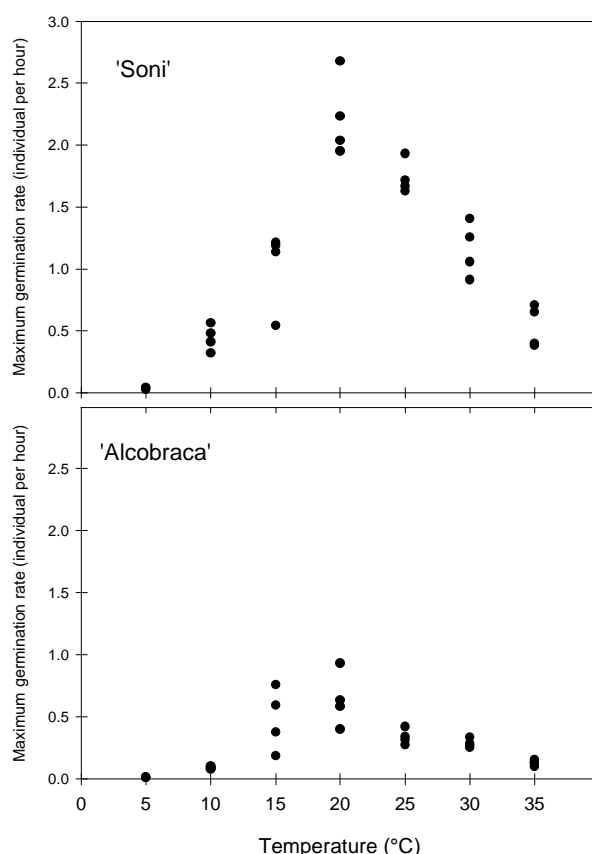
Les premiers résultats montrent que les différentes variétés ne répondent pas de la même façon à la température :

- Pour toutes les variétés testées de fétuque ou de luzerne, qu'elles soient d'origine méditerranéenne ou plus tempérée, l'optimum de la vitesse de germination se situe autour de 21°C pour les fétuques et 23°C pour les luzernes.

- Les courbes diffèrent essentiellement par la vitesse maximale de germination à l'optimum (Figure 1). *A priori*, il n'y a pas de lien entre la vitesse maximale de germination à l'optimum et l'origine géographique des semis.

Des analyses complémentaires vont être menées pour comprendre les différences observées qui peuvent être soit intrinsèques au génotype, soit dues à des différences de qualité de semis.

FIGURE 1 – Vitesse maximale de germination en fonction de la température pour les variétés de fétuque « Soni » (Verneuil l'étang – France) et « Alcobraca » (Alcobaça – Portugal).



Références bibliographiques

- BRISSON N., LEVRAULT F. (2010) : "Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulations d'impacts sur les principales espèces", *Livre Vert du projet CLIMATOR*, 318 p.
- WHITE J.W. (ed.) (2003) : "Modeling Temperature Response in Wheat and Maize", *Proc. Workshop, CIMMYT*, El Batán, Mexico, 23-25 April 2001. NRG-GIS Series 03-01. México, D.F.: CIMMYT.