



**HAL**  
open science

## Les mélanges de variétés méditerranéennes/tempérées comme stratégie d'adaptation des espèces fourragères au changement climatique ?

Francois Gastal, Laura Fernandez, Gaëtan Louarn, Bernadette Julier, Ana  
Barradas, David Crespo, Bruno Godinho

### ► To cite this version:

Francois Gastal, Laura Fernandez, Gaëtan Louarn, Bernadette Julier, Ana Barradas, et al.. Les mélanges de variétés méditerranéennes/tempérées comme stratégie d'adaptation des espèces fourragères au changement climatique ?. Colloque présentant les méthodes et résultats du projet Climagie (métaprogramme ACCAF), Nov 2015, Poitiers, France. 223 p. hal-01236561

**HAL Id: hal-01236561**

**<https://hal.science/hal-01236561v1>**

Submitted on 1 Dec 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

16-17 novembre 2015 - Poitiers

Actes du colloque présentant les méthodes et résultats du projet Climagie  
(métaprogramme ACCAF)

# ADAPTATION DES PRAIRIES SEMÉES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Coordinateurs : Jean-Louis Durand, Jérôme Enjalbert, Laurent Hazard,  
Isabelle Litrico, Catherine Picon-Cochard, Marie-Pascale Prudhomme, Florence Volaire



# LES MÉLANGES DE VARIÉTÉS MÉDITERRANÉENNES/TEMPÉRÉES COMME STRATÉGIE D'ADAPTATION DES ESPÈCES FOURRAGÈRES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

---

## MIXTURES OF TEMPERATE/MEDITERRANEAN CULTIVARS AS AN ADAPATATION STRATEGY OF GRASSLANDS SPECIES TO CLIMATE CHANGE?

François Gastal<sup>1,2</sup>, Laura Fernandez<sup>1</sup>, Gaëtan Louarn<sup>1</sup>, Bernadette Julier<sup>1</sup>,  
A. Barradas<sup>3</sup>, D. Crespo<sup>3</sup>, B. Godinho<sup>3</sup>

Francois.Gastal@lusignan.inra.fr

<sup>1</sup> Inra, UR004 URP3F, F-86600 Lusignan, France, <sup>2</sup>Inra, UE 1373 Ferlus, F-86600 Lusignan, France, <sup>3</sup>FERTIPRADO, Vaiamonte, Portugal

### RÉSUMÉ

L'adaptation de populations de plusieurs espèces fourragères communes (fétuque élevée, dactyle, luzerne cultivée) à des zones du pourtour méditerranéen offre des ressources génétiques intéressantes pour l'adaptation de ces espèces au changement climatique à venir dans les zones du sud-ouest de l'Europe. Ces populations méditerranéennes se caractérisent par une croissance hivernale plus active, une meilleure résistance au déficit hydrique estival, et éventuellement par une dormance estivale (graminées) partielle comparativement aux variétés tempérées actuellement utilisées. L'objectif de la présente étude est de tester l'hypothèse selon laquelle le mélange de variétés de types tempéré et méditerranéen, en végétation fourragère mono- ou bi-spécifique, permet effectivement une meilleure productivité et/ou stabilité dans l'année, et une meilleure résilience sur plusieurs années. Un essai a été conduit au champ à Lusignan (France) et à Vaiamonte (Portugal). Les cultures d'espèce et de variété en pur confirment le comportement déjà connu des variétés méditerranéennes et mettent en évidence le différentiel positif plus marqué en faveur des variétés méditerranéennes lorsque la température hivernale est douce. La surproductivité des mélanges de variétés n'est pas observée dans le cas de mélanges monospécifiques, mais apparaît en revanche dans le cas de mélanges bispécifique luzerne-graminée. De plus, dans tous les cas de mélange, une meilleure stabilité du rendement est observée entre les différentes récoltes de l'année.

## ABSTRACT

The adaptation of several perennial forage species (Tall fescue, Perennial ryegrass, Cocksfoot, Alfalfa) to Mediterranean conditions offers genetic resources for further breeding those species in order to adapt them to the projected climate in the South Western of Europe. Such populations exhibit a more active winter production, a better summer drought resistance, and sometimes a partial summer dormancy when compared to currently used temperate cultivars. The objective of this study is to test whether the mixture of varieties both in pure or mixed species, allow for a higher annual productivity and/or yield stability, and a higher resilience over several successive years. A trial was followed in the field in Lusignan (France) and Vaiamonte (Portugal). The crop in pure stands of species and varieties confirm the well-established pattern in Mediterranean populations, which produce more under winter conditions as long as temperatures stay mild. There is no overproduction of mixtures of varieties when grown in pure stands, but mixing varieties improves the mixed species stands' productivity (alfalfa / grass). Furthermore, all kinds of mixtures exhibit a higher yield stability between the different cuts of each year.

## INTRODUCTION

Les changements climatiques attendus sur le sud-ouest de l'Europe se caractérisent, outre l'augmentation générale de concentration en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère, par une augmentation de température annuelle moyenne et un changement de régime hydrique se traduisant par des hivers plus doux et avec un moindre risque de gel, et des étés plus chauds avec des risques de températures journalières maximales excessives pour la végétation et des déficits pluviométriques et hydriques plus marqués que dans le siècle précédent (IPCC 2013). Les conséquences prévues de ces changements climatiques dans le sud-ouest de l'Europe sur la production fourragère sont une modification significative de la répartition de la croissance des espèces fourragères, caractérisée essentiellement par a) une avancée dans l'année du pic de croissance de printemps, et b) une réduction de la vitesse de croissance durant la période estivale (Durand *et al.*, 2010).

Les aires de distribution des espèces fourragères cultivées les plus communes (Fétuque élevée, Dactyle, Luzerne) s'étendent des confins eurasiatiques à climats continentaux jusqu'à une large zone du pourtour méditerranéen de l'Europe, en passant par ses zones tempérées et océaniques (Ghesquière et Jadas-Hecart, 1992 ; Mousset, 2000). La vaste étendue de l'aire de distribution de ces espèces a conduit à des adaptations majeures des populations locales à leur environnement. Ainsi, les populations méditerranéennes de

fétuque élevée et de dactyle, se caractérisent par une résistance à la sécheresse et une pérennité en climat chaud et sec plus grandes que les populations tempérées ou continentales (Lelièvre et Mansat, 1990). Les populations méditerranéennes sont partiellement ou totalement dormantes en été mais en revanche ont une croissance plus élevée en automne, hiver et début de printemps (figure 1). Au contraire, les populations d'origine tempérée maintiennent un potentiel de croissance plus élevé en été, mais une vitesse de croissance plus faible en hiver, qui s'exprime par une dormance hivernale dans le cas de la luzerne.

L'usage de populations à tendance de comportement méditerranéen permettrait aux zones fourragères du sud-ouest de l'Europe de s'adapter au moins en partie aux évolutions climatiques futures.

De plus, un ensemble d'études antérieures montre que la diversité génétique des communautés prairiales, qu'il s'agisse de diversité en espèces ou de diversité

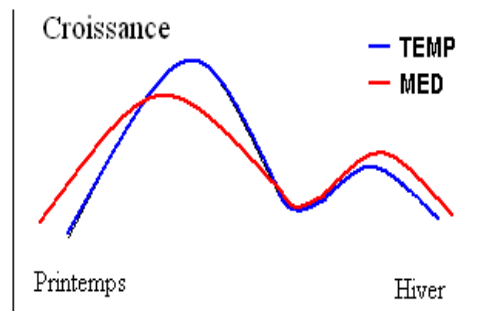
intra-spécifique, conduit à une meilleure productivité et/ou stabilité et une meilleure résilience de ces communautés (Tilman, 1999 ; Hector *et al.*, 1999 ; Sanderson *et al.*, 2004).

L'objectif de la présente étude est de tester l'hypothèse selon laquelle le mélange de variétés de types tempéré et méditerranéen, en végétation fourragère mono- ou bi-spécifique, permet effectivement une meilleure productivité et/ou stabilité dans l'année, et une meilleure résilience sur plusieurs années.

## MÉTHODOLOGIE

Deux expérimentations de terrain ont été installées respectivement en 2008 et 2012, à Lusignan ainsi qu'à Vaiamonte (Portugal) pour la seconde. Ces expérimentations ont été conduites sur un même protocole, comprenant l'installation en parcelles de 10 m<sup>2</sup> de variétés méditerranéennes (m) et tempérées (t) de fétuque élevée (Ft : Soni, Fm : Centurion), dactyle (Dt : Ludac, Dm : Medly) et luzerne (Lt : Harpe, Lm : Barmed), en semis de variétés pures (Dt, Dm, Ft, Fm, Lt, Lm), de mélanges méditerranéen / tempéré en mono-spécifique (DtDm, FtFm, LtLm) et de mélanges de variétés en communauté

Figure 1 : Distribution annuelle de la vitesse croissance des populations de types méditerranéen et tempéré.



bispécifique luzerne-graminée (LtDt, LtDm, LtDtDm, LmDt, LmDm, LtLmDt, LtFt, LtFm, LtFtFm, LmFt, LmFm, LtLmFt). Les graminées ont reçu une fertilisation azotée de 200 à 250 kg N par hectare et par an, tandis que les légumineuses en pur et les associations légumineuse - graminées n'ont pas reçu de fertilisation N.

Les parcelles ont été exploitées sur un rythme de 4 à 5 coupes par an. La biomasse a été évaluée à chaque cycle de récolte. Les proportions de graminée et luzerne dans les mélanges bispécifiques ont été évaluées par méthodologie SPIR à chaque récolte. Les proportions de variété de type m et t ont été évaluées en début et en fin d'expérimentation par phénotypage de plantes prélevées dans les parcelles.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

En cumul annuel, la biomasse produite est plus élevée pour les variétés tempérées que pour les variétés méditerranéennes. La biomasse annuelle des mélanges monospécifiques est identique à celle de la variété tempérée (cas des graminées) ou intermédiaire entre la variété tempérée et la variété méditerranéenne (cas de la luzerne).

La répartition annuelle de la production entre les différents cycles de récolte montre une allure typique des variétés de types méditerranéen et tempéré cultivées en pur (figure 2) : la biomasse produite par les variétés méditerranéennes est significativement plus élevée en début d'année (récolte 1, avril), significativement plus faible aux cycles d'été (récoltes 2 et 3), et tend à redevenir plus élevée en fin d'année (récolte 5, décembre).

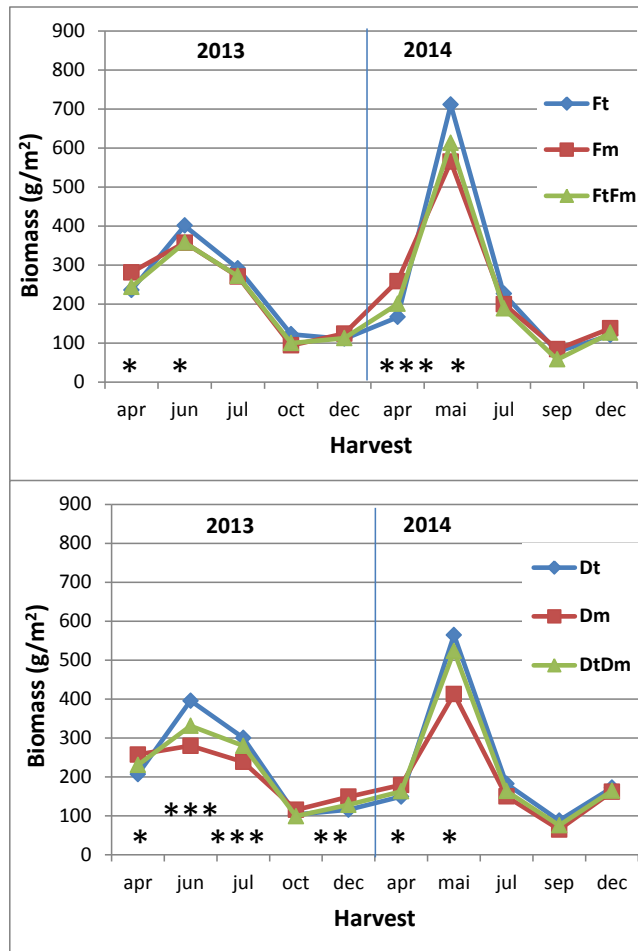


Figure 2: biomasse de variétés méditerranéenne (m) et tempérée (t) de fétuque (Fm et Ft; graphe du haut) et dactyle (Dm et Dt; graphe du bas) B) cultivées en pur et en mélange monospécifique (FtFm; DtDM respectivement) au cours des 5 récoltes successives en année 2 et 3 après semis en 2012.

Sur le site de Lusignan, les écarts de production en début et en fin d'année entre graminées méditerranéennes et tempérées, en faveur de la première, sont d'autant plus marqués que les températures sont douces durant la période de croissance (fin d'automne, fin d'hiver). De la même manière, l'avantage relatif de production des variétés méditerranéennes par rapport aux variétés tempérées est plus marqué sur le site du Portugal à température hivernale plus douce que sur le site de Lusignan.

Ces résultats confirment donc les tendances de comportement déjà connues des types méditerranéens, caractérisées par une croissance plus forte en début et en fin d'année mais une croissance plus faible en été que les types tempérés (Cooper, 1964 ; Robson,

1967 ; Nelson *et al.*, 1978 ; Lelièvre et Volaire, 1993 ; Mohguen et Abdelguerfi, 1999 ; Abdelguerfi et Abdelguerfi – Laouar, 2004; Volaire *et al.*, 2009; Annichiaricco *et al.*, 2011). L'information rarement mentionnée de l'avantage relatif des méditerranéennes lorsque la température hivernale est plus douce, révèle un intérêt supplémentaire de ce type de matériel végétal dans un contexte de réchauffement climatique, au moins dans le cas des graminées. En revanche, la plus faible productivité des variétés méditerranéennes actuellement disponibles sur le marché en période d'été et sous les conditions de déficit hydrique marqué mais pas extrême du site Lusignan, illustre la marge de progrès génétique qui pourrait être encore réalisé sur ce matériel qui n'a pas jusqu'à présent fait l'objet d'une sélection aussi poussée que les variétés de type tempéré. Enfin, ces expérimentations illustrent l'absence de problème majeur de persistance de ces variétés de type méditerranéen au froid hivernal, du moins dans les conditions de climat hivernal des années d'expérimentation 2008 à 2013 sur Lusignan. Une partie de la biomasse produite en période hivernale peut être perdue par sénescence si elle n'a pas été récoltée avant des épisodes de gel marqué (observation dans les hivers 2009 et 2010), sans pour autant compromettre le redémarrage ultérieur.

Sur les mélanges monospécifiques de variétés méditerranéenne et tempérée, on observe une production de biomasse systématiquement intermédiaire entre la production des deux types de variétés cultivées en pur (figure 2 A et B). Il n'apparaît donc pas de surproduction du mélange, mais une meilleure régularité de production entre cycles de récolte. Dans le cas des mélanges de variétés en association graminée-luzerne, une production plus importante des mélanges de variétés en association apparaît en années 3 et 4. Cette surproductivité apparaît essentiellement lors du premier cycle de croissance de chacune des années (figure 3). On peut supposer que cet effet observé en années 3 et 4 est permis par une meilleure nutrition azotée des graminées associées à la luzerne en année 3 et 4 qu'en années 1 et 2.



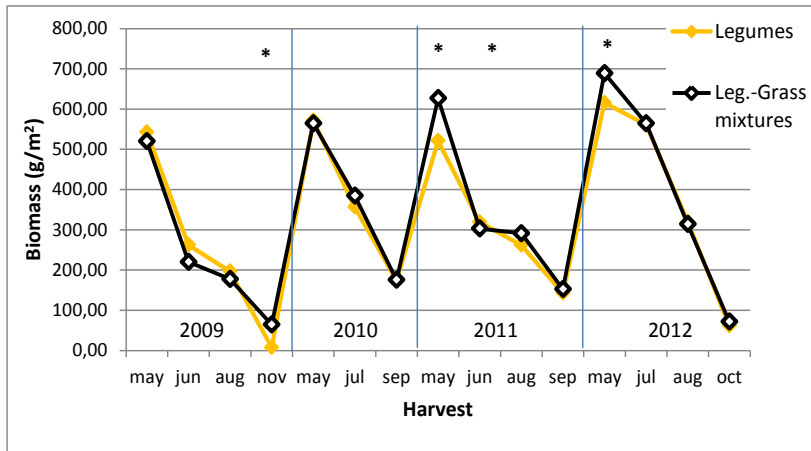


Figure 3: biomasse récoltée sur les associations luzerne-dactyle (moyenne des mélanges intraspécifiques méditerranéen-tempéré) comparée à la biomasse de la luzerne en pur (« Legumes ») au cours des récoltes successives des années 1 à 4 suivant le semis en 2008.

L'analyse des indices de nutrition azotée des graminées associées confirme cette hypothèse, qui rejoint les observations antérieures que dans le cas des associations luzerne graminée, le transfert d'azote ne se met en place et ne permet une amélioration significative de l'état de nutrition azotée de la graminée qu'après 1 ou 2 ans de culture, contrairement au cas des associations à trèfle blanc (Louarn *et al.*, 2014). Une analyse plus précise des données obtenues dans la présente expérimentation, selon le type de variété m/t composant l'association luzerne-graminée, révèle que la surproductivité de l'association est d'autant plus marquée que sont associées des variétés de type complémentaire (luzerne méditerranéenne associée à graminée tempérée ou luzerne tempérée associée à graminée méditerranéenne) plutôt que de même type (luzerne méditerranéenne associée à graminée méditerranéenne, luzerne tempérée associée à graminée tempérée).

Ces résultats infirment donc, dans le cas des mélanges monospécifiques, la première hypothèse initiale selon laquelle la productivité du mélange de variétés pourrait être plus élevée que la productivité de la moyenne des deux types cultivés séparément en pur. Manifestement, les complémentarités de rythme de croissance entre variétés ne sont pas suffisantes pour conduire à une surproduction significative, lorsque ces complémentarités sont exprimées dans la même espèce. En revanche, cette hypothèse semble vérifiée dans le cas des associations luzerne-graminée en année 3 et 4. Ce résultat observé notamment dans le cas des mélanges combinant luzerne et graminée de type complémentaire (méditerranéen et tempéré), révèle que les complémentarités de rythme de croissance

entre types de variétés, associées aux complémentarités de rythme de croissance entre les deux espèces (graminée à croissance plus précoce dans l'année que la luzerne) et aux complémentarités liées à la capacité de fixation symbiotique de la luzerne et de transfert d'azote à la graminée (en année 3 et 4), permettent alors de se traduire en terme de surproductivité du mélange. Enfin, les résultats obtenus confirment par ailleurs la seconde hypothèse selon laquelle la productivité du mélange est plus stable au cours de l'année, c'est-à-dire varie dans une moindre amplitude entre les cycles successifs de récolte d'une année, que la productivité des variétés cultivées en pur.

## BIBLIOGRAPHIE

Abdelguerfi A., Abdelguerfi-Laouar M. 2004 Les ressources génétiques d'intérêt fourrager et- ou pastoral : diversité, collecte et valorisation au niveau méditerranéen. In Ferchichi A., Ferchichi A. Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens. Cahiers Options Méditerranéennes, 62: 29- 41.

Annicchiarico P., Pecetti L., Bouzerzour H., Kallida R., Khedim A., Porqueddu C., Simoes N.M., Volaire F., Lelievre F., 2011 Adaptation of contrasting cocksfoot plant types to agricultural environments across the Mediterranean basin. *Environmental and Experimental Botany*, 74: 82-89.

Cooper J.P. 1964 Climatic variation in forage grasses. I. Leaf development in climatic races of *Lolium* and *Dactylis*. *J. App. Ecol.* 1: 45-62.

Durand J.L., Bernard F., Lardy R., Graux . 2010 Changement climatique et prairie : l'essentiel des impacts. In Livre vert du projet climator. Brisson N., Levrault F. Eds.

Ghesquière M., Jadas-Hecart J. 1992 Les fétuques ou le genre *Festuca*. In « Amélioration des espèces végétales cultivées. » Gallais and Bannerot Eds. INRA Editions.

Hector A. (+33 co-auteurs), 1999. Plant diversity and productivity experiments in European grasslands. *Science (Washington, DC.)* 286: 1123–1127.

IPCC 2013 Climate change 2013 : The physical Science Basis. Contribution of working group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker TF., Qin D., Plattner GK., Tignor M., Allen SK., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgley PM. Eds]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Lelièvre F., Mansat P. 1990. La production de semences fourragères et les recherches nécessaires pour l'améliorer dans les pays méditerranéens de la CEE. In : Caredda S., Roggerao PP. (Ed.). Proc. Int. Conf., Sassari, Italy, 29-31 Oct. 1990. CNR-CSMPP, pp 83-108.

Lelièvre F., Volaire F. 1993 Rythmes saisonniers de croissance de quelques espèces fourragères utilisables en complément des parcours naturels en Corse. *Fourrages* 133: 59-81.

Louarn G., Pereira-Lopès P., Fustec J., Mary B., Voisin A.S., Cesar de Faccio Carvalho P., Gastal F. 2014 The amounts and dynamics of nitrogen transfer to grasses differ in alfalfa and white clover-based

grass-legume mixtures as a result of rooting strategies and rhizodeposit quality. *Plant Soil*, DOI 10.1007/s11104-014-2354-8.

Mohguen K., Abdelguerfi A. 1999 Behaviour and evaluation of some tall fescue populations (*Festuca arundinacea* Schreb). In Etienne M. (ed.). Dynamics and sustainability of Mediterranean pastoral systems. Zaragoza : CIHEAM. Cahiers Options Méditerranéennes 39 : 119- 121.

Mousset C. 1992. Le dactyle. In : Amélioration des espèces végétales cultivées, A. Gallais & H. Bannerot (Eds), INRA, Paris, pp 285-298.

Nelson C.J., Treharne K.J., Cooper J.P. 1978 Influence of temperature on leaf growth of diverse populations of tall fescue. *Crop Science* 18:2, 217-220.

Robson M.J. 1967 A comparison of British and north African varieties of tall fescue (*Festuca arundinacea*). I Leaf growth during winter and the effects on it of temperature and daylength. *J. App. Ecol.* 4: 475-484.

Sanderson M.A., Skinner R.H., Barker D.J., Edwards G.R., Tracy B.F., Wedin D.A. 2004. Plant species diversity and management of temperate forage and grazing land ecosystems. *Crop Sci.* 44: 1132-1144.

Tilman D. 1999 The ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles. *Ecology* 80: 1455-1474.

Voltaire F., Norton M.R., Lelievre F. 2009 Summer Drought Survival Strategies and Sustainability of Perennial Temperate Forage Grasses in Mediterranean Areas. *Crop Sci.* 49: 6, 2386-2392.