



**HAL**  
open science

## Analyse des effets du changement climatique sur les interactions eau x azote pour un système prairial

Jean Louis Durand, Frederic Bernard, Nadine Brisson, Dominique Ripoche,  
M. Déqué

► **To cite this version:**

Jean Louis Durand, Frederic Bernard, Nadine Brisson, Dominique Ripoche, M. Déqué. Analyse des effets du changement climatique sur les interactions eau x azote pour un système prairial. *Climator* 2010, Jun 2010, Versailles, France. hal-01192220

**HAL Id: hal-01192220**

**<https://hal.science/hal-01192220>**

Submitted on 3 Jun 2020

**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.

# Analyse des effets du changement climatique sur les interactions eau x azote pour un système prairial.

JL. Durand<sup>1</sup>, F Bernard<sup>1</sup>, N Brisson<sup>2</sup>, D Ripoche<sup>2</sup>, M. Déqué<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> INRA UR3P BP6 86600 Lusignan, France

<sup>2</sup> INRA, AgroClim, Domaine St Paul, Site AgroParc, 84914 Avignon Cedex, France

<sup>3</sup> Météo France CNRM, EAC, 31157 Toulouse

\*Auteur correspondant : jean-louis.durand@lusignan.inra.fr

## Introduction

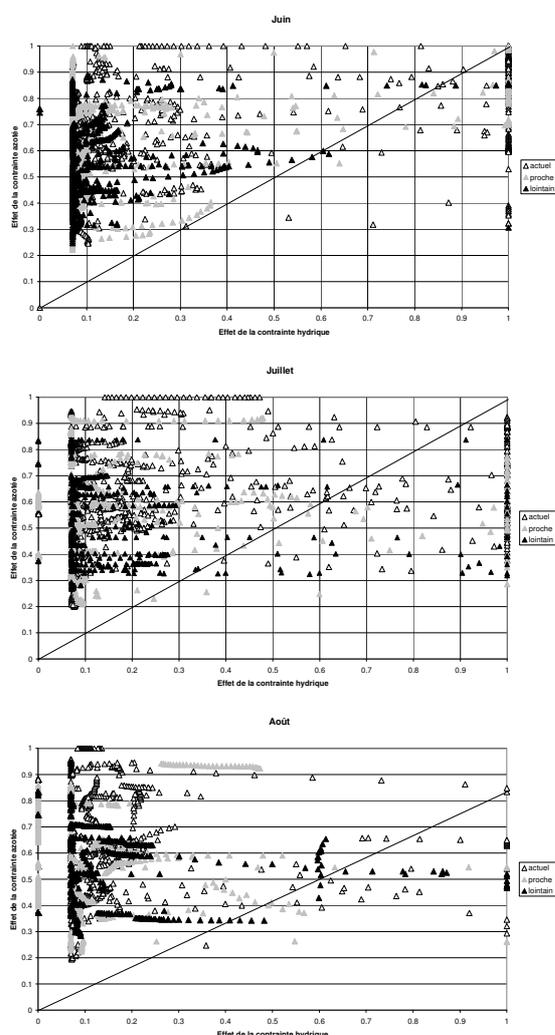


Figure 1. co-occurrence des effets de la contrainte hydrique et de la contrainte azotée sur la croissance de l'indice foliaire de la fétuque dans les périodes actuelles (1970-2000), proche (2020-2050) et lointaine (2070-2100) pour les mois de juin, juillet, août à Avignon. Chaque point correspond à une journée. En juin, la plupart des journées sont dans fortement ou non limitants. En juillet, davantage de journées se trouve en situation intermédiaire et en août, la plupart des journées présentent des limitations hydriques sévères. Dans tous les cas, le nombre de journées au voisinage de la médiane est faible et donc l'erreur sur les simulations est rare. Si les tendances liées au changement climatiques se marquent par le déplacement des points vers des contraintes hydriques plus fortes, l'erreur reste très donc limitée quelle que soit la période considérée.

Le changement climatique considéré dans le projet climator est défini comme les projections d'un ensemble de variables de forçages (la teneur en CO<sub>2</sub> de l'air, la température, les précipitations et le rayonnement), selon des simulations fournies par les partenaires météorologistes. Toutes ces variables ont des effets directs ou indirects sur les cycles de l'eau et de l'azote (Gonzalez *et al.* 2010). Bien que les deux modèles STICS et PASIM utilisés dans *climator* pour simuler le fonctionnement prairial intègrent des formalismes permettant de calculer les effluents azotés dans les phases liquides et gazeuses, il s'agit ici de se focaliser sur certaines conséquences généralement peu analysées du changement climatique, du fait de la modification de la distribution des prélèvements d'eau et d'azote dans le sol. Les phénomènes en cause étant assez génériques, on s'appuiera uniquement sur les résultats de STICS pour illustrer cet aspect. Brièvement, l'extraction d'eau se fait horizon par horizon et dépend de façon conjointe de la densité racinaire, du profil d'humidité du sol et de la transpiration qui elle-même dépend de la demande climatique et de la teneur en eau relative du sol. Le flux d'azote vers la rhizosphère est décomposé en flux de diffusion et de convection pour chaque horizon considéré. La quantité d'azote absorbée est finalement le minimum entre l'offre et la demande en azote, définie par la teneur en azote critique. Parallèlement, la contrainte hydrique modifie également la croissance. La croissance racinaire est déterminée par les conditions édaphiques (température humidité, anoxie etc...) selon des paramètres de sensibilités spécifiques.

## II. Méthodes et protocole de simulation

De tous les scénarios envisagés par le GIEC, on ne considère ici que le scénario A1B. Les évolutions climatiques qui en résulteraient sont calculées par le modèle ARPEGE. Diverses méthodes de régionalisation (passage du GCM à la série climatique d'une station, utilisable dans STICS) peuvent ensuite être appliquées. Nous n'utiliserons ici que les données produites par l'une d'entre elle (Déqué 2007), qui donne les variables climatiques nécessaires sur la période de 1950 à 2100. La culture que nous considérerons est paramétrée pour deux espèces (fétuque élevée et ray-grass anglais), avec un enracinement potentiellement très profond ou plus superficiel

sensible ou non à l'anoxie et plus ou moins sensible à la sécheresse. Selon l'espèce, la sénescence foliaire est plus ou moins accrue par la sécheresse. La prairie est semée en septembre (à la même date chaque fois) pour 5 ans. Elle est fauchée quatre fois à dates fixes si au moment prévu la biomasse est supérieure à une tonne par hectare et la biomasse laissée sur le terrain est de 1 tonne (pour un indice foliaire de 0.5). La coupe de printemps est suivie d'un apport d'azote de 80 kg d'azote (ammonitrate) par hectare et les autres de 40. La dernière année, un semis est pratiqué précédé d'un labour. Afin de lisser les effets liés à l'année d'implantation, 5 cycles décalés d'un an de simulation de cent cinquante années de culture ont été effectués, la première implantation ayant lieu en 1950, 1951, 1952, 1953 ou 1954.

### III. Résultats et discussion

STICS calcule que le déficit hydrique s'intensifiant en tendance, la profondeur d'extraction d'eau moyenne devrait également augmenter puisque celle-ci dépend notamment de l'enracinement, qui en effet pourrait conquérir des horizons relativement plus profonds, mais aussi de l'humidité du sol, tendancielle plus faible en surface. Pour l'ensemble des sites et des espèces la variabilité inter annuelle est le plus souvent nettement supérieure à la tendance calculée sur 150 ans. Tout cela varie sensiblement selon les stations étudiées. Certains sites présentent une tendance à une réduction de la profondeur d'extraction de l'azote minéral et donc à une « dilution » de la solution au voisinage des racines. Si la croissance aérienne n'est pas directement réduite en proportion, alors on peut voir apparaître un déficit de nutrition azoté croissant. En réalité et assez souvent, la tendance est plutôt à une stabilité de l'INN avec une augmentation légère des rendements et donc une baisse de la teneur en azote du fourrage. Il est notable que les deux espèces étudiées dans *climator* pour leur différence de profondeur d'enracinement notamment marquent différemment cette tendance. Les conséquences de la dégradation des états hydrique et azoté sur la production calculées avec STICS ou PASIM dépendent du facteur le plus limitant. Or dans la réalité, les effets des deux contraintes se multiplient (Onillon *et al* 1995). L'erreur de calcul ici induite est elle un obstacle sérieux et doit elle s'amplifier dans les conditions futures ? On constate au contraire que cette prise en compte erronée de l'interaction eau azote n'a d'effet important sur le résultat final que si les effets des deux contraintes simultanées sont équivalents et proche de 50 % de réduction (Gonzalez, 2010.) Dans l'exemple de la figure 1 (Avignon en sol superficiel) ces situations intermédiaires où l'erreur peut en effet atteindre 25 % du rendement sont assez rares et ne se manifestent un peu plus souvent qu'au mois de juillet.

### Conclusion.

Les modèles de simulation sont particulièrement adaptés à l'étude des changements climatiques et suffisamment robustes du fait de leur relative simplicité, tout en intégrant l'ensemble des phénomènes répondant au climat, pour ce qui concerne les parties aériennes et le bilan hydrique. Mais au-delà des incertitudes de ces conclusions qui tiennent à la grande incertitude sur les variables climatiques d'une part et à la possibilité d'adapter les itinéraires techniques (à commencer par la fertilisation azotée), la grande inconnue de cette approche reste la dynamique d'azote dans le sol. En premier lieu, le flux entrant de matière organique avec le renouvellement des racines (sous le double effet de l'augmentation de la productivité primaire et de la stimulation vraisemblable de l'allocation aux racines) et la dynamique de la minéralisation répondront potentiellement au changement climatique. Les modèles sont actuellement assez grossièrement paramétrés sur ce chapitre. Il serait important de remédier à cela d'autant que si l'enracinement s'approfondit, alors les capacités de stockage de carbone des prairies pourraient évoluer. En second lieu, la minéralisation et la réponse des microorganismes pourraient tempérer ou amplifier les changements induits par l'évolution du climat. Il conviendrait donc en particulier de repenser la compartimentation du sol et les limites de l'activité des microorganismes dans les diverses couches de sol.

### Références.

- Déqué, M., 2007: Frequency of precipitation and temperature extremes over France in an anthropogenic scenario: model results and statistical correction according to observed values. *Global and Planetary Change*, 57, 16-26.
- Gonzalez Dugo V., Durand J.L., Gastal F.(2010) Water deficits and nitrogen nutrition by crops: a review. *Agronomy for Sustainable Developments*. DOI: 10.1051/agro/2009059.
- Onillon B., Durand J.L., Gastal F., Tournebize R., 1995. Drought effects on growth and partitioning in a tall fescue sward grown at different nitrogen rates. *Eur. J. Agron.*, 4(1), 91-99.