

EXPLORATION DE LA SENSIBILITE DES CULTURES AU CLIMAT PAR UTILISATION CONJOINTE DE STICS ET DE WACS-GEN.

N. Brisson^{1*}, C. Flecher^{1 et 2}, D. Allard²

¹ INRA, Agroclim, Avignon, France

² INRA, UR Biostatistique, Avignon, France

*Auteur correspondant : brisson@avignon.inra.fr

Introduction

Si la notion de sensibilité des cultures au climat a un sens intuitif incontestable, il est difficile de lui donner une définition scientifique et de proposer des méthodologies appropriées pour l'analyser. Les nombreux travaux dédiés à la caractérisation des relations entre une variable climatique et l'écophysiologie des plantes sont peu utiles dans cette problématique à l'échelle de la culture où le climat est considéré de façon globale, c'est-à-dire dans ses dimensions multivariée et dynamique. Un travail a été réalisé dans le cadre d'une thèse (Flecher, 2009) qui propose une définition de la sensibilité des cultures au climat et tente de l'analyser par l'utilisation conjointe de STICS et d'un générateur climatique WACS-Gen élaboré pendant la thèse (Flecher et al., 2009).

La définition de la sensibilité d'une culture au climat requiert, tout d'abord, de définir la (ou les) variable agro-économique qui supporte cette sensibilité. Elle peut être « le rendement » ou tout autre variable reliée à des décisions importantes comme la date de récolte ou les besoins en irrigation. Caractériser la sensibilité de la culture au climat consiste alors à 1) quantifier la variation de la variable d'intérêt en réponse à un ensemble cohérent de variables climatiques et 2) trouver des variables agroclimatiques appropriées qui montrent de fortes corrélations avec la variable d'intérêt. Entreprendre une telle analyse nécessite de réunir de longues séries couplées de données agricoles et climatiques, ce qui n'est en réalité possible que par voie de modélisation.

L'analyse exposée dans ce poster s'appuie sur une validation du fonctionnement conjoint STICS-WACS-Gen détaillée dans Flecher et al. (soumis) qui compare statistiquement les résultats de STICS nourri avec une série climatique mesurée et ceux nourris avec les simulations climatiques du générateur. Ces résultats sont satisfaisants pour des variables aussi variées que le rendement du blé, les besoins en eau du maïs irrigué ou l'accumulation de matière organique dans le sol. Fort de ce résultat, nous avons fait de nombreuses simulations pour approcher les deux composantes de la sensibilité de la culture au climat en prenant l'exemple d'une culture de blé pluvial et de maïs irrigué sur les sites de Colmar et Toulouse pour la période climatique 1970-2000.

Représentation graphique

Des représentations graphiques un peu complexes (Figure 1) nous ont aidés à matérialiser nos idées. Ainsi sur la Figure 1a sont dessinées les fonctions bivariées de densité des 2970 couples de points (Rendement, Température) réalisées avec le logiciel R (package 'ks'). Les niveaux de gris correspondent à la densité normalisée à 1 pour la valeur modale (l'échelle à droite donne l'amplitude des valeurs depuis la densité maximale foncée jusqu'à la densité nulle en blanc). Les courbes concentriques sont des isoprobabilités (20 % des données sont contenues à l'intérieur de la courbe '20'). La boxplot représentée sur l'axe des x donne la distribution de la variable en abscisse (minimum, maximum, second, huitième déciles et médiane). Les lignes en tirets sur la figure correspondent aux second et huitième déciles conditionnellement à la valeur en x. Les deux segments verticaux à gauche donnent les amplitudes entre le second et le huitième déciles de la variable y conditionnellement aux second et huitième déciles de la variable x. Deux résultats importants sont ainsi mis en évidence : la sensibilité de la variable agronomique au climat, donnée par l'amplitude cumulée D2 U D8 et la corrélation à la variable climatique donnée par l'intersection D2 ∩ D8.

Analyse de deux variables agronomiques différentes pour la même culture

Si nous allons plus loin dans l'interprétation de la Figure 1 a, nous pouvons non seulement dire que la date de récolte du blé est fortement affecté par la température annuelle de la saison de culture (corrélation linéaire de -0.63 hautement significative) mais nous pouvons aussi quantifier cet effet. Pour les températures les plus probables (entre 2nd et 8^{ème} déciles), la date de récolte sera très probablement (mêmes critères) entre les jours 204 et 215. De plus, le fait que l'intersection entre les deux intervalles est de seulement 1 jour démontre la bonne corrélation entre les deux variables.

Pour le rendement (Figure 1b) la structure du graphique est différente. En utilisant les mêmes valeurs statistiques que précédemment on définit une sensibilité au climat de 4.7 à 7.7 t ha⁻¹. Mais dans ce cas la corrélation est moins bonne (0.16 même si significative) et révélée par la plus grande intersection entre D2 et D8 (plus de 2 t.ha⁻¹). Evidemment ce résultat s'explique par le fait que le rendement est le résultat de complexes interactions entre les variables climatiques tandis que la date de récolte est principalement reliée à la température.

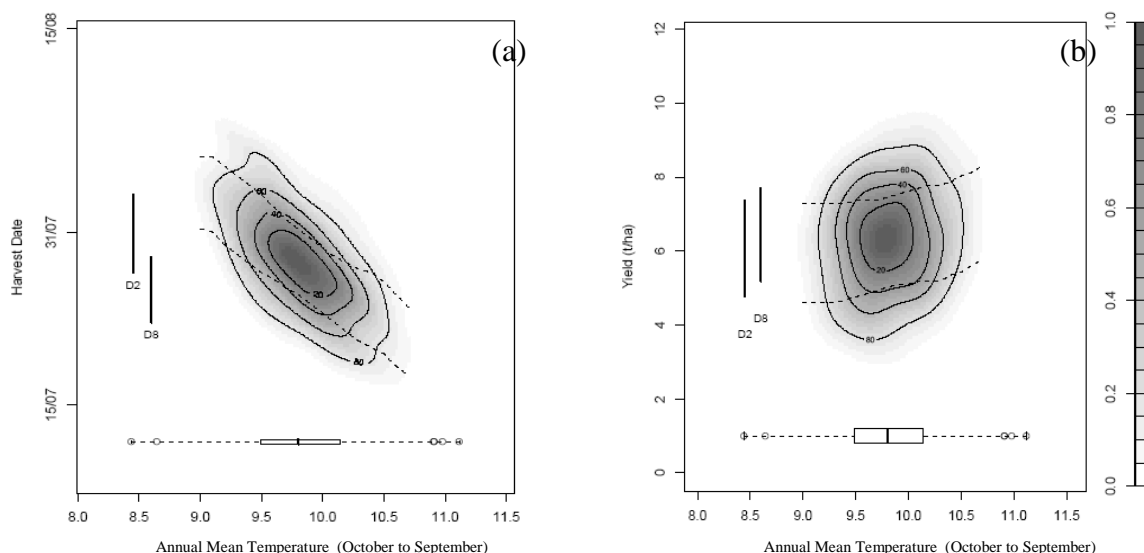
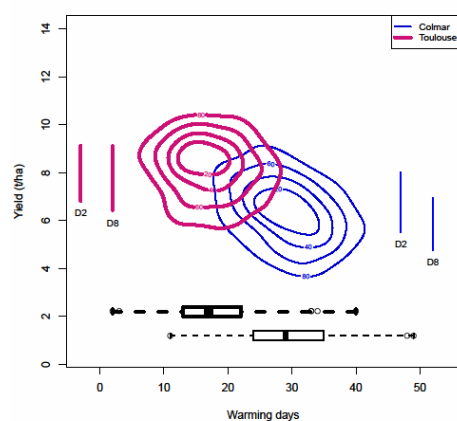


Figure 1 : (a) Date de récolte and (b) Rendement du blé tendre à Colmar en fonction de la température moyenne pendant l'année culturale (01/10 au 30/09).

Ces résultats montrent comment analyser séparément les notions de sensibilité au climat et de corrélation avec une variable climatique précise.

La sensibilité au climat dépend du site et de la culture



Utilisant la même approche nous montrerons comment la sensibilité au climat dépend du site (Figure 2) et de la culture et qu'il n'est pas possible de définir cette notion de façon générale. Par ailleurs la recherche d'indices climatiques appropriés est une composante importante de la démarche.

Figure 2 : Même type de graphique (sans les niveaux de gris) pour Toulouse et Colmar (Toulouse en trait épais). Le nombre de jours échaudants est calculé de Mai à Juillet à Colmar et d'Avril à Juin à Toulouse)

Références bibliographiques

- Flecher, C. 2009. Conception d'un générateur de temps. Thèse SupAgro Montpellier, 167pp.
- Flecher, C., Naveau, P., Allard, D., Brisson, N., 2009. A stochastic daily weather generator for skewed data. To be published in Water Res. Research.
- Flecher, C., Brisson, N., Allard, D., 2009. Analyzing crop sensitivity to climate using a weather generator combined to a crop model. Submitted