

France

1 Les grands contextes de production du blé tendre caractérisés par leurs stress

Caractériser les différents types de milieux de production français par les facteurs qui limitent les rendements du blé tendre, voilà le travail entrepris par ARVALIS – Institut du végétal. Cette classification a abouti à la cartographie de huit grands types d'environnements de production, à même d'aider à l'adaptation du bouquet variétal.

Parce que la variété apparaît comme l'une des clés d'une meilleure gestion des risques climatiques, ARVALIS-Institut du végétal a entrepris de caractériser les différents types d'environnements pédo-climatiques français afin d'y associer les blés tendre adaptés. Objectif final : définir les profils agronomiques attendus des variétés et cibler les conseils par entité homogène d'indicateurs pédoclimatiques pour proposer le « bouquet variétal » le plus approprié, tant en termes de rendement que de gestion des risques. La première phase de ce travail a consisté à définir les différents environnements grâce à l'étude des indicateurs agrométéorologiques calculés sur les 24 années historiques de 312 stations météorologiques.

De l'écophysiologie et des statistiques

Premier temps de l'étude : caractériser l'offre climatique historique des stations ainsi que les facteurs limitants d'origine abiotique (stress thermiques, hydriques et nutritionnels) ou biotique (risques de maladies) susceptibles d'entraver la production. Pour y parvenir, il a d'abord fallu préciser le contexte de production associé à ces stations. Y ont été rattachées les variétés habituellement cultivées à proximité ainsi que les propriétés des sols dominants localement, telles que la réserve utile en eau et l'hydromorphie.

Des classes qui tiennent compte des facteurs biotiques et abiotiques

Figure 1 : Le choix des nombres de classes résulte d'un compromis entre précision et nécessité de simplifier pour une approche nationale à grosses mailles. Cette cartographie sera affinée ultérieurement en tenant compte notamment de la variabilité intra régionale des sols et des systèmes de production.

8 Des fins de cycle chaudes et sèches

Excès d'eau assez faible pendant l'hiver, échaudage moyen, déficit hydrique assez important en fin de cycle, septoriose assez présente.

7 De la chaleur et peu d'eau

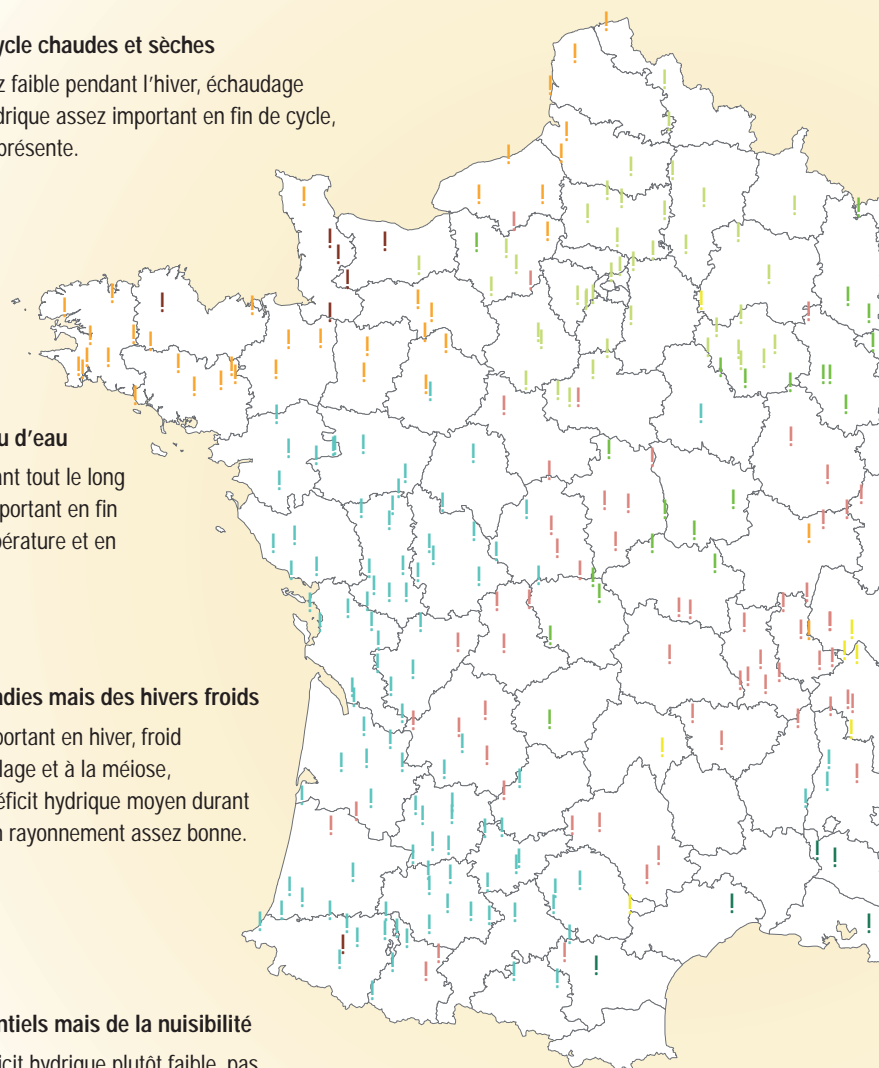
Déficit hydrique important tout le long du cycle, échaudage important en fin de cycle, offres en température et en rayonnement élevées.

6 Peu de maladies mais des hivers froids

Excès d'eau important en hiver, froid important au tallage et à la méiose, échaudage et déficit hydrique moyen durant le cycle, offre en rayonnement assez bonne.

5 De bons potentiels mais de la nuisibilité

Échaudage et déficit hydrique plutôt faible, pas d'excès d'eau en hiver, offres en température et en rayonnement moyennes.



L'affectation des variétés a permis de définir les dates de début et de fin des séquences d'installation des composantes de rendement, grâce à des modèles tenant compte de leurs besoins en températures, de la vernalisation et de leur photopériode. Les propriétés des sols dominants ont quant à elles servi à estimer les déficits hydriques et les excès d'eau. Pour chaque station météorologique et pour les huit phases du cycle de développement du blé tendre (2), un grand nombre d'indicateurs ont ensuite

1 Du froid l'hiver et de la chaleur l'été mais de l'eau

Échaudage important en milieu et fin de cycle, déficit hydrique faible, température froides l'hiver.

2 La nuisibilité des maladies, principal facteur limitant

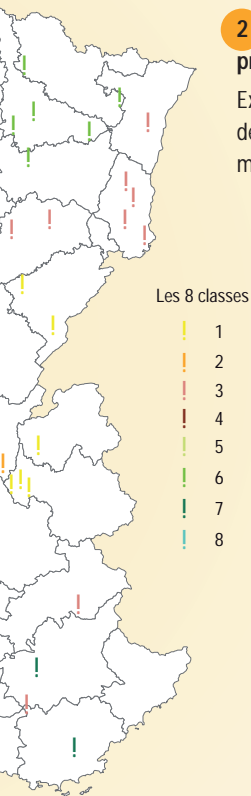
Excès hydrique assez important en début de cycle, pas d'échaudage, déficit hydrique moyen.

3 Un contexte continental

Températures basses importantes au tallage et à la méiose, échaudage important en fin de cycle, déficit hydrique moyen, offre en rayonnement assez bonne.

4 Un contexte « ultra océanique »

Peu d'échaudage thermique, déficit hydrique très faible durant le cycle, offre en température plutôt faible pendant le cycle.



été calculés année par année en fonction des dates de semis et types de précocité conseillés. Pour caractériser l'offre climatique, ont été retenues les sommes de températures en base 0 °C, les températures moyennes sur la période, les sommes de rayonnement et de précipitations ainsi que les quotients photothermiques. Cinq types de facteurs limitants abiotiques ont également été pris en compte : les excès d'eau, les déficits hydriques, le froid, les excès thermiques et les faibles rayonnements (*encadré 1*).

Se fonder sur les « similarités-dissimilarités »

Dans un second temps, l'étude a cherché à identifier des environnements homogènes à travers la France en superposant les paramètres. Cette étape a été réalisée avec une méthode statistique dite de « dissimilarité ». Son principe : regrouper les stations qui se ressemblent le plus puis créer des classes de stations les plus dissimilables sur toutes les années historiques pour les caractéristiques retenues. La méthode a été appliquée sur chacun des indicateurs d'origine abiotique et biotique, puis sur des combinaisons d'indicateurs et plus globalement sur tous les indicateurs d'offre climatique et de facteurs limitants. Les classes obtenues ont fait l'objet de cartographies et d'estimations de valeurs fréquentielles (*encadré 1*).

Des stress inégalement répartis

La cartographie de l'offre climatique a fait ressortir sans surprise un gradient nord-sud, ainsi que l'influence des climats océaniques ou continentaux, visible dans un gradient est-ouest (*figure 2*). La prise en compte des facteurs limitants a nuancé ce premier zonage. Au final, il ressort de l'analyse que l'Ile-de-France, la Picardie et la Champagne font partie des zones les moins touchées par les facteurs limitants abiotiques : les risques

Cinq facteurs limitants abiotiques

La classification visant à caractériser les différents contextes de production du blé tendre s'est appuyé sur 5 facteurs limitants abiotiques.

- **Les excès d'eau.** Susceptibles d'entraîner des asphyxies racinaires pénalisant le nombre de tige et la biomasse, ils ont été évalués à partir du nombre de millimètres en excès par rapport à la réserve utile de la station météo et selon les caractéristiques d'hydromorphie des sols.

- **Le manque d'eau ou les déficits hydriques.** Les sommes des différences entre les évapotranspirations réelles (ETR) et maximales (ETM) ont été estimées par des calculs de bilans hydriques qui tiennent compte des réserves utiles. Globalement, les plus faibles réserves utiles se situent en Aquitaine et dans les côtes du Rhône. Dans l'Ouest, le sud du Centre et le Nord-Est, elles sont pour beaucoup situées entre 90 et 150 mm. Dans le nord du Centre, en Champagne-Ardenne et dans certaines zones du Sud-Ouest, elles sont estimées entre 130 à 170 mm. La Normandie, le nord de la Picardie et une partie du Sud-Ouest profitent de réserves utiles plus abondantes, supérieures à 170 mm.

- **Le froid.** Des cumuls de température inférieurs à des seuils qui diffèrent selon les stades ont servi à le définir en début de végétation.

- **Les excès thermiques.** Le nombre de jours où la température maximale dépasse 25 °C a servi à identifier les cas de stress liés aux fortes températures.

- **Les faibles rayonnements.** Ils limitent la croissance et réduisent la fertilité des épis lors de la méiose pollinique.

d'échaudages et de déficits hydriques y sont faibles pour les sols considérés, les stress hivernaux pas trop forts. Le sud de la Beauce et la plaine d'Alsace seraient principalement concernés par des risques de déficits hydriques. Le Nord-Est, le Centre-Est et le sud de la zone Centre rencontrent surtout des stress hivernaux de froid, avec dans les parties les plus au sud, des risques d'échaudage. En Pays de la Loire, Poitou-Charentes et dans le Sud-Ouest, ce risque apparaît moyen, mais les déficits hydriques sont plutôt élevés avec des manques de rayonnement possibles à la méiose. Les côtes atlantiques de la Bretagne subissent en médiane surtout des excès d'eau hivernaux, avec des déficits hydriques de fin de cycle moyens. Les situations peuvent néanmoins varier dans toutes les régions selon les caractéristiques de sols.

Les maladies intégrées

Une classification a également été effectuée sur des variables agroclimatiques représentant des risques de pressions de septoriose, rouilles



jaune et brune (figure 3). Cette approche repose sur des modèles dont la précision est à améliorer et ne considère pas les potentiels d'infection des parcelles. Comme attendu, des gradients géographiques ont été observés. L'étude met en évidence le sud-ouest pyrénéen, la Bretagne, la Normandie, le Nord et Nord-Est parmi les zones les plus touchées par la septoriose en fréquence et intensité. Les régions du Centre-Ouest et du Centre sont elles aussi concernées mais avec une moins forte intensité. En rouille jaune, un gradient nord-ouest/sud-est existe tandis que la rouille brune concerne de façon plus fréquente le grand Sud.

Pas de continuum géographique

La compilation des facteurs limitants biotiques et abiotiques a permis de mettre en évidence huit types d'environnement de production du blé tendre. Attention : ces classes, comme celles identifiées facteur par facteur, ne correspondent pas à un zonage géographique. Elles décrivent avant tout les environnements des stations météorologiques. Or ceux-ci peuvent ne pas être tout à fait représentatifs de la région, en raison notamment de la variabilité des sols, ce qui empêche de faire des continuum géographiques. Ce premier travail permet néanmoins d'étoffer le conseil variétal de règles de décision. Les caractéristiques des différents contextes pédo-climatiques étant pour ainsi dire quantifiées en valeur médiane, il devient possible de mettre en face des variétés « idéales », autrement dit d'identifier tous les points forts nécessaires à un blé pour faire face aux situations généralement rencontrées dans la zone et donner le meilleur de son potentiel. ■

La cartographie présentée ici s'appuie sur les données de 312 stations météorologiques recueillies sur 24 années.

2

Combiner des facteurs

Des classes fondées sur le principe de dissimilarité ont été construites pour différents facteurs. Combinées, elles ont servi à établir la carte p. 22-23.

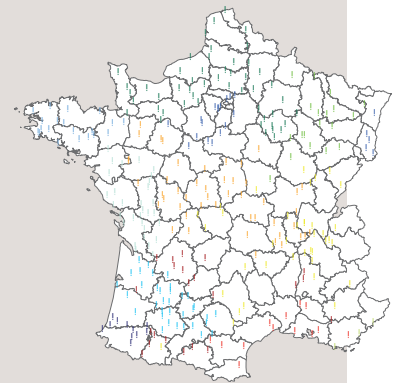


Figure 2 : Classification sur les facteurs d'offre climatique.

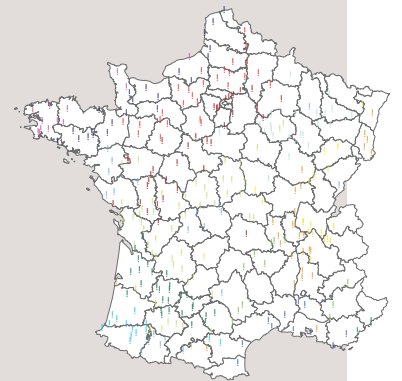


Figure 3 : Classification sur les risques climatiques en septoriose, en rouilles jaune et brune.

(1) Etude de classification des environnements réalisée dans le cadre d'un contrat de branche du CTPS « Diversification du réseau CTPS pour une meilleure caractérisation de l'adaptation des variétés de blé tendre à des itinéraires techniques à hautes performances environnementales ».
(2) Semis à fin tallage, fin tallage à épi 1 cm, épi 1 cm à méiose, méiose à épilaison, épilaison à floraison, floraison à stade laitoux, stade laitoux à maturité physiologique et maturité physiologique au stade de récolte.

Josiane Lorgeou
j.lorgeou@arvalisinstitutduvegetal.fr
François Piraux
Antoine Picard
ARVALIS-Institut du végétal
Valérie Noël
v.noel@perspectives-agricoles.com