

## Bilan climatique 2008

# Les principaux faits qui ont marqué la campagne céréalière

**La campagne 2008 renoue avec la présence de rendements élevés, et ce malgré une forte pression exercée par les maladies. Retour sur les facteurs climatiques et agronomiques à l'origine de ces bons chiffres.**

**L**e rendement national du blé tendre dépasse les 72 quintaux par hectare en 2008, soit plus de 8 quintaux de plus que l'an passé.

Cette valeur moyenne masque une plus forte hétérogénéité territoriale; certaines parcelles de certaines régions renouent avec des rendements à trois chiffres (Nord-Ouest, Ile-de-France, Beauce et certains secteurs du Centre-Ouest). Mais dans une poche localisée dans le Centre-Est, les résultats sont nettement plus décevants. On y retrouve des comportements plus proches de ceux de l'année passée.

Les sols légers donnent de bonnes surprises: dans nombreux secteurs (Champagne, Bourgogne, Centre...), ils font jeu égal avec les sols plus profonds.

Une analyse des composantes de rendement et des événements climatiques permet d'expliquer la diversité de ces constats.

Philippe Gate  
p.gate@arvalisinstitutduvegetal.fr  
**ARVALIS – Institut du végétal**  
avec la collaboration de Cécile Garcia et Olivier Deudon.

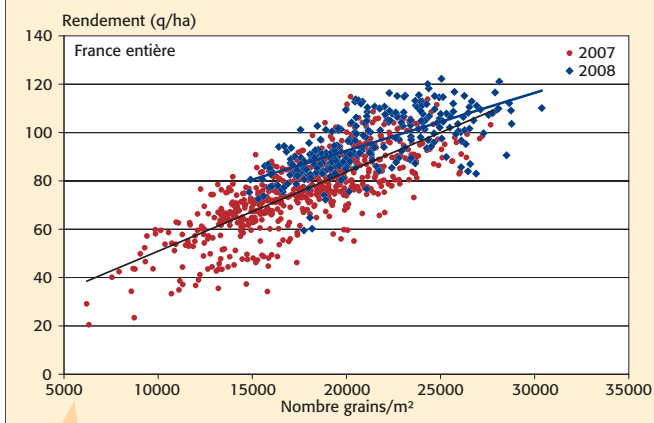
**▶** Ce sont les composantes finales, nombre de grains par épi et poids des grains qui sont à l'origine des bons résultats.

## Les bons rendements

Les rendements élevés se caractérisent par des peuplements épis moyens ou légèrement inférieurs aux optima requis, y compris dans les sols profonds. Les blés ont des épis très fertiles: on compte

4, voire 5 grains par épillet, ce qui signifie la présence d'un nombre élevé de fleurs fertiles. Ainsi, les nombres de grains par épi affichent de fortes valeurs, proches de 2004, et compensent positivement les densités d'épis modérés. Enfin, avec un nombre de grains/m<sup>2</sup> très largement supérieur à celui de l'an passé (figure 1), les poids de 1000 grains sont eux-mêmes très satisfaisants, dépassant le plus souvent 50 g pour les variétés à gros grains.

**Résultats rendements et nombre de grains/m<sup>2</sup> en 2007 et 2008 pour l'ensemble des variétés (fig. 1)**



**L**a récolte 2008 se caractérise par une fréquence plus élevée de rendement supérieur à 100 q/ha; on observe tout de même une forte hétérogénéité: des régions ont été plus défavorisées que d'autres.



**▲** Les faibles rendements de plusieurs régions sont le fruit de carences lumineuses accentuées par un nombre d'épis supérieur à la normale.

Les nombres d'épis modérés obtenus s'expliquent tout d'abord par un cumul de température efficace entre la levée et la fin du tallage plus faible que les années passées. Les températures plus basses ont limité la vitesse d'apparition des talles durant cette période et aussi retardé les levées. En outre, les épisodes pluvieux

# nt marqué



© N. Cornec

## Rendements élevés et forte pression maladie

L'obtention des rendements élevés se fait en dépit d'une nuisibilité moyenne des maladies supérieure de 4 q/ha à celle de 2007. Elle est supérieure de 7 q/ha à celles des cinq dernières années. Cela confirme que les agriculteurs ont ajusté leur protection à ce niveau de risque. Dans les régions caractérisées par des rendements satisfaisants, et contrairement à l'an passé, le climat a permis d'intervenir au bon moment ; la rouille brune qui s'était développée très rapidement en 2007 était absente en 2008.

de la fin d'hiver et du début de printemps ont anticipé l'arrêt du tallage et favorisé la régression des talles en début de montaison. Ce phénomène a surtout été présent dans les sols profonds, en tendance plus sensibles aux excès d'eau et à l'anoxie. À cette période, on relevait des statuts azotés proches de la carence.

Inversement, l'absence de déficit hydrique en cours de montaison a finalement permis la production d'un nombre d'épis confortable en sol léger, proche de ceux relevés

en sols plus profonds (par ailleurs plus sensibles à l'hydromorphie).

## Nombre élevé de fleurs fertiles

Le rayonnement d'abord faible jusqu'à mi-montaison est devenu plus généreux à partir de la fin de la deuxième pério-



▲ Dans les régions déficitaires en rayonnement, les pluies ont été très fréquentes à partir de l'épiaison et jusqu'à la fin du remplissage. Elles ont apporté leur cortège de facteurs défavorables, en particulier maladies (notre photo : fusariose) et stress physiologiques liés à l'excès d'eau et à l'hypoxie.

de et pendant le remplissage. Pendant la période de formation des fleurs (entre le stade dernière feuille et la fécondation), les organes de la plante croissent lentement (faibles températures et transpiration) avec un ratio élevé entre le rayonnement et la température. En 2008, ce ratio était proche de celui de 2004 : leur besoin en croissance est satisfait par l'offre journalière en rayonnement. Ce scénario, associé à la faible concurrence exercée par un peuplement épi modéré et l'absence de déficit hydrique, se traduit par un nombre élevé de fleurs fertiles.

L'absence (ou la quasi-absence) de températures échaudantes et de déficit hydrique au cours du remplissage est à l'origine des poids de 1 000 grains élevés.

Sous l'effet des températures plutôt basses pendant une bonne partie du cycle, la croissance des blés a été relativement lente.

De ce fait, la lente mise en place des organes floraux a pu être satisfaite par un ratio satisfaisant entre rayonnement et température.

### Les déceptions

En Champagne, Bourgogne, Auvergne et sud-est du Berry, le rendement a déçu, y compris dans les sols profonds. Paradoxalement, c'est dans les régions continentales que les radiations ont été exceptionnellement déficitaires. De

manière surprenante, un gradient positif s'étend de l'Est de la France aux bordures maritimes Ouest.

Dans nombre de ces régions, on constate que la fertilité des épis est le plus souvent très basse, par exemple de l'ordre de 30 grains par épi ou moins dans les sols de craie de Champagne (figure 2). Dans les secteurs situés plus au sud, par exemple en Rhône-Alpes, c'est plutôt la composante poids de 1 000 grains qui est à l'origine des déceptions.

▶ L'absence de déficit hydrique et de températures échaudantes a rendu possible l'élaboration de poids de grains satisfaisants en tous types de sol.

Ces déficits de grains par épi sont consécutifs à des rayonnements exceptionnellement faibles. Observé sur l'ensemble de la montagne, le rayonnement cumulé de 2008 est en tendance inférieure à celui de 2007, déjà jugé comme anormalement déficitaire. En particulier, on enregistre pendant la deuxième partie de la montagne, et surtout durant la fécondation des blés et juste après, l'occurrence de jours avec des valeurs exceptionnellement basses. Dans certains secteurs, on dénombre effectivement une séquence de 3 à 4 jours, début juin, avec un rayonnement inférieur à

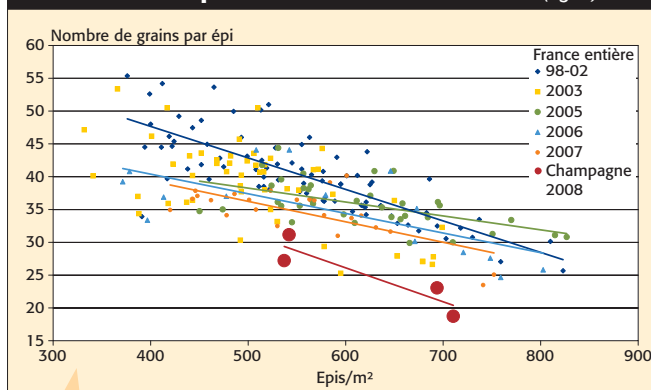
100 cal/m<sup>2</sup>, soit 4 à 5 fois moins que la normale.

Ce phénomène a souvent été renforcé dans ces régions par des nombres d'épis en tendance supérieurs (notamment dans les sols profonds, en Champagne, en Bourgogne), aggravant les effets de carence lumineuse. Également, des pluies diluviennes au moment et après la fécondation n'ont pas rendu possible le recours à une fécondation croisée. Ces secteurs sont aussi caractérisés par une montaison parfois écourtée: blés tardifs au stade épi à 1 cm (jusqu'à mi-avril) et normaux à l'épiaison (vers le 25 mai).

### La précocité fait la différence

Dans ces régions de la Champagne et dans les secteurs périphériques, on observe des comportements

#### Résultats rendements/nombre de grains en Champagne - variété Apache. Situations 2008 comparées aux références pluriannuelles et multilocales (fig. 2)



Dans les secteurs qui ont déçu, le nombre de grains par épi est souvent très bas.

différents en fonction de la précocité. L'analyse des résultats montre clairement que le rendement des parcelles est plus bas pour les blés ayant épié autour du 23 mai. Pour les épiaisons antérieures au

17 mai, il est supérieur de 10 % environ et pour des épiaisons postérieures au 29 mai, il le dépasse de 15 ou 20 %. Ce constat confirme l'intervention d'une courte séquence climatique préjudiciable ayant agi sur une

courte fenêtre de sensibilité de la plante. On constate effectivement en complément que la fertilité des épis suit exactement la même évolution: très basse autour du 23 mai, légèrement supérieure avant le 17 et très nettement plus élevée après le 27 mai. Dans le cas présent, on peut émettre l'hypothèse que la phase sensible (fécondation et la courte période après cet événement) des blés qui ont épié vers le 23 mai est intervenue au moment de cette séquence fortement pénalisante. Sous ce constat, on comprend pourquoi les orges d'hiver (plus précoces) et surtout les orges de printemps (plus tardives) ont fait de meilleurs rendements dans la région. En particulier, les orges de printemps ont fécondé et ont eu leur première période de remplissage avec un rayonnement supérieur à la normale.



▲ En Champagne, les orges de printemps ont bénéficié d'un rayonnement supérieur à la normale durant la fécondation et leur première période de remplissage, expliquant des rendements supérieurs aux blés.

Dans les secteurs plus précoces, en particulier en Rhône-Alpes, la période de très faible rayonnement s'est située après la fenêtre de sensibilité qui concerne la mise en place de la fertilité. En revanche, elle correspond à l'étape de division intense des cellules de l'endosperme dans le grain. Le nombre de cellules produites durant cette première étape du remplissage est crucial : il détermine le poids futur des grains. On comprend alors pourquoi, dans ces régions, c'est le poids des grains qui est très bas, et ce en l'absence d'échaudage thermique.

### Remplissage lent et long

L'ensemble de cette grande zone a également subi des pluies nettement plus soutenues et fréquentes pendant le remplissage des grains. Ainsi, si l'on cumule habituellement 40 à 50 mm depuis l'épiaison dans les secteurs favorisés,

on atteint fréquemment plus de 100-120 mm en 2008. Un tel excès d'eau était peu présent dans ces régions l'an passé. Inversement, il était très fortement présent en 2007 dans les zones épargnées cette année.

Comme l'an passé, ce scénario se traduit par une forte présence de maladies, en particulier la fusariose, avec peu de possibilités de traitement, compte tenu de la fréquence soutenue des pluies. On peut aussi relever que le remplissage a été lent et long sous l'effet des basses températures et du faible rayonnement, aggravant probablement la sévérité des maladies. L'imbibition en eau quasi permanente des grains a favorisé également la persistance des attaques sur un grain plus vulnérable. Avec un tel scénario, les interventions tardives pour lutter contre les maladies tardives génèrent des gains de rendement ; en plus de la pression parasitaire, l'atti-

tude est donc de moduler probablement la date du dernier traitement en fonction de la durée effective du remplissage (fonction de la température) et du potentiel de poids de 1000 grains accessible (absence de température échaudante, de stress). Indépendamment des maladies, ces excès d'eau engendrent par ailleurs des stress physiologiques directs liés à l'anoxie.

### Stress des racines

Au cours du remplissage, un sol saturé en eau provoque une altération du fonctionnement racinaire. Paradoxalement, l'absorption d'eau est limitée, ainsi que celles des éléments minéraux, dont l'azote. Ce stress « ressenti » par les racines induit à très court terme la synthèse d'hormones de stress (acide abscissique, éthylène). L'acide abscissique provoque la fermeture des stomates et l'éthylène engendre une sénescence prématurée des feuilles en anticipant la programmation des morts cellulaires. Ces deux phénomènes aboutissent globalement à une réduction de la photosynthèse. Cet élément a pu être cette année fortement préjudiciable. Il est intervenu dès le début du remplissage avec une croissance des futurs grains se déroulant avec un très faible rayonnement.

▶ Les pertes de rendement consécutives à l'excès d'eau après la fécondation peuvent dépasser 20 q/ha.

Sur une plus longue période, le stress lié à l'excès d'eau se traduit par une forte réduction de la production d'énergie car cette dernière est davantage fournie par fermentation, voie métabolique nettement moins efficace que celle de la respiration.

En outre, les pluies permanentes ont entraîné de fortes imbibitions des grains, susceptibles de provoquer des pertes de rendement par une

plus forte respiration. On constate que, dans ces régions, malgré l'obtention de faibles peuplements en grains, les poids de 1000 grains sont effectivement plus faibles que dans les autres régions. Ces zones défavorisées du Centre-Est ont vécu en terme de pluies le même scénario calamiteux que celui de 2007. Une situation analogue à celle du Nord-Ouest.

Globalement, nos références acquises démontrent qu'en l'absence de maladies, les pertes de rendement consécutives à l'excès d'eau après la fécondation peuvent dépasser 20 q/ha.

### Les sols légers surprennent favorablement

Dans ces conditions, les sols légers ont eu un comportement relativement plus favorable :

- le tallage herbacé a été limité par des températures plus faibles que d'habitude. L'absence de déficit hydrique et de températures échaudantes a permis des peuplements épis et des poids de 1000 grains plus élevés que la normale.
- dotés d'une meilleure capacité de ressuyage, ces types de sols ont occasionné moins de stress physiologiques aux plantes, limitant le développement des maladies de fin de cycle.
- dans un contexte où le phytoclimat limite l'allongement de la fin de cycle, le choix de variétés plus précoces est judicieux.

### À retenir pour l'avenir

La campagne 2007-2008 renoue avec la présence de rendements élevés, et ce, en présence d'une forte pression exercée par les maladies.

Ce sont les composantes finales, nombre de grains par épi et poids des grains qui sont à l'origine des bons résultats.

Mais c'est la deuxième année que la France est touchée

▶ Le rayonnement a, dans certaines régions, été trop bas lors de phases particulièrement sensibles à la fertilité des épis.

par des phénomènes exceptionnels d'excès d'eau après floraison, certaines régions ayant été touchées pour la deuxième fois consécutive.

Face à ces événements, quelques éléments sont à développer :

- vis-à-vis de la fertilité des épis, on remarque que pour les situations les plus défavorisées (une gamme de dates d'épiaison), il existe une réponse variétale forte ; en particulier, certaines variétés ont vu leur fertilité significativement moins pénalisée, offrant donc une possibilité de progrès génétique. L'obtention de variétés plus tolérantes vis-à-

vis de ce type de stress est un axe de recherche à retenir.

- vis-à-vis du comportement des parcelles en sol profond et indépendamment des maladies, les constats confirment que les pénalités de rendement imputables aux excès d'eau peuvent être très lourdes, quasiment du même ordre de grandeur que celles occasionnées par la sécheresse ou l'échaudage de fin de cycle. Dans une même région, la grande diversité des réponses de parcelles ayant *a priori* le même type de sol met l'accent sur le fonctionnement racinaire. La qualité de l'enracinement - et donc de l'état structural du sol - a sans aucun doute participé à la plus ou moins forte capacité de la parcelle à encaisser de tels phénomènes en fin de parcours. Le fait d'avoir eu une récolte 2007 pluvieuse

suivie d'une période en fin de tallage et de début montaison sous excès d'eau ont fort probablement contribué à limiter le développement et le fonctionnement des racines par la suite. Les enseignements des deux dernières récoltes donnent de bons arguments pour rappeler qu'il faut veiller

à la qualité de l'implantation et à l'état structural des sols. Cette attitude constitue un atout pour mieux résister aux différents types de stress climatiques. ■

**Les zones du Centre-Est ont vécu le même scénario calamiteux en terme de pluies que 2007. ▼**

