

Les défis de l'agriculture



**Philippe Debaeke
et Sylvain Pellerin**
Directeurs de recherche
au Département Environnement
et Agronomie de l'INRA

Jacques Le Gouis
Directeur de recherche
au Département Biologie
et Amélioration des Plantes
de l'INRA

**Antonio Bispo, Thomas Eglin
et Audrey Trévisiol**
Ingénieurs de recherche
au Service Agriculture
et Forêts de l'ADEME

L'agriculture subit le changement climatique et, en même temps, elle y contribue par l'émission de gaz à effet de serre. Par conséquent, elle doit s'y adapter, mais aussi en atténuer les effets. Des solutions sont à rechercher du côté de la génétique et de l'agronomie.

Sous l'impact du changement climatique, la production agricole risque d'être notablement perturbée. Cela pourrait avoir de lourdes conséquences sur la sécurité alimentaire comme sur l'activité des marchés, à l'échelle tant locale que globale, dans un contexte de croissance démographique et de raréfaction des ressources – en eau, énergie, sols et phosphates.

L'agriculture doit impérativement s'adapter aux changements, réduire la vulnérabilité des cultures en les rendant moins sensibles et plus résilientes face aux évolutions de fond aussi bien qu'aux événements extrêmes. Cette adaptation passe par une modification des pratiques agricoles, une amélioration des variétés, mais aussi par le déplacement des aires de culture.

L'urgence reste toutefois la diminution des émissions de gaz à effet de serre. À l'échelle mondiale, l'agriculture est responsable de 13,5 pour cent de ces émissions – 31 pour cent si l'on tient compte des acti-

vités liées aux changements d'usage des sols, telle la déforestation. En France, cette contribution s'élève à 20 pour cent. La France veut diviser par quatre ses émissions de gaz à effet de serre. Pour le secteur agricole une division par deux semble plus réaliste, même si elle reste ambitieuse.

Des cycles plus précoces

Pour quantifier les impacts du changement climatique sur la production des espèces cultivées, les chercheurs utilisent plusieurs méthodes, que ce soit des observations, des expérimentations ou des modélisations (voir l'encadré page ci-contre). Elles ont permis de comprendre quel est l'impact du changement climatique sur l'agriculture depuis plusieurs décennies déjà. La température étant le principal moteur du développement végétal, les chercheurs ont constaté une anticipation des stades clés, par exemple le bourgeonnement, la floraison ou la récolte pour l'ensemble des cultures, sous les climats

méditerranéens et tempérés. Ainsi, pour le blé, la sortie des épis se produit de 8 à 10 jours plus tôt qu'il y a 20 ans. Variable selon les espèces, l'avancement des cycles n'est pas sans conséquences sur la production agricole: il entraîne une diminution du nombre de jours pendant lesquels les plantes captent le rayonnement du soleil qui assure la photosynthèse, ce qui réduit les rendements. Depuis 20 ans également, les déficits en eau ont augmenté pendant la phase de remplissage des grains de blé. Conjugués à une augmentation du nombre de jours où la température maximale dépasse 25°C, ils conduisent à des grains mal remplis, abaissant, là encore, les rendements.

Si le blé a été pénalisé par les évolutions récentes du climat, il n'en a pas été de même pour d'autres espèces, telles que la betterave sucrière. Cultivée dans le Nord de l'Europe, elle a profité du réchauffement et de l'avancement de son cycle, sans être perturbée par une baisse de la disponibilité en eau. À l'image de la betterave sucrière, certaines espèces bénéficieront

du changement climatique, tandis que d'autres, plus nombreuses, en pâtiront, surtout dans les pays du Sud.

Toute la complexité est là: les conséquences du changement climatique sont variables selon les espèces et les zones géographiques. Pour la France, le projet CLIMATOR conduit par l'INRA et soutenu par l'Agence nationale de la recherche (ANR) prévoit une hausse des rendements du blé compris entre 0,9 et 1 tonne par hectare. Cette hausse résulterait de l'accroissement de la concentration en dioxyde de carbone atmosphérique, favorable à sa photosynthèse. À l'inverse, les rendements du maïs irrigué baisseraient de 1 à 1,5 tonne par hectare, en raison du raccourcissement de son cycle et du fait que son métabolisme est insensible à l'enrichissement de l'atmosphère en dioxyde de carbone.

Pour les années à venir, les modélisations font apparaître des déplacements possibles des aires de culture. Dans certains cas, de nouveaux territoires deviendront cultivables. Au contraire, d'autres terroirs cesseront

de l'être. La vigne et les cultures fruitières en pâtiront, car leur valeur économique est souvent associée au terroir de production.

Les stratégies d'adaptation

Pour limiter la vulnérabilité des cultures au changement climatique, plusieurs voies d'adaptation peuvent être envisagées. La première, explorée en priorité et facile à faire accepter, est la voie génétique. Elle consiste à sélectionner, chez les plantes, des stratégies dites d'esquive, d'évitement et de tolérance. L'esquive vise à décaler les stades les plus sensibles d'une culture, afin qu'ils n'adviennent pas en même temps que des conditions météorologiques défavorables. Ainsi, en cultures d'hiver, les grains de variétés plus précoces seraient mieux remplis, car soumis à des conditions plus tempérées. Ces stratégies sont parmi les plus étudiées aujourd'hui, parce qu'elles laissent espérer de bons résultats et que les mécanismes génétiques qui contrôlent les stades du développement sont de mieux en mieux connus.



Pti Jan/Shutterstock

En jouant sur une gamme de paramètres, tels que luminosité, température ou humidité, on étudie en laboratoire le développement de plantes dans de multiples conditions.

Comment prévoir les effets du changement climatique ?

Pour identifier les meilleures voies d'adaptation au changement climatique, il faut pouvoir mesurer l'impact de ses différentes composantes. À cette fin, les chercheurs disposent essentiellement de trois méthodes.

La première consiste à étudier le développement des cultures en fonction des évolutions antérieures du climat. C'est grâce aux chroniques historiques, par exemple, que la stagnation des rendements du blé observée en Europe depuis une quinzaine d'années, a pu être corrélée à une dégradation des conditions thermiques et hydriques lors des phases sensibles des cultures.

Deuxième méthode, l'expérimentation en conditions contrôlées. On utilise notamment des phytotrons où les paramètres environnementaux sont modulables – température, humidité, concentration atmosphérique en dioxyde de carbone, rayonnement. L'évolution des fonctions physiologiques des cultures en fonction de ces paramètres peut ainsi être tracée. Toutefois, coûteux et de petite taille, ces dispositifs ne permettent pas de couvrir l'ensemble des combinaisons associant le climat, les sols, les espèces, les variétés et les pratiques agricoles.

La troisième méthode repose sur la modélisation. Il s'agit de simuler le comportement des espèces cultivées en réponse aux différents scénarios du changement climatique. Cette approche est la seule qui permette d'explorer le champ des possibles lié aux conditions futures. Ses résultats n'en demeurent pas moins soumis à de grandes incertitudes, en raison de la simplification des modèles et de l'incertitude inhérente aux modèles climatiques et socio-économiques.