

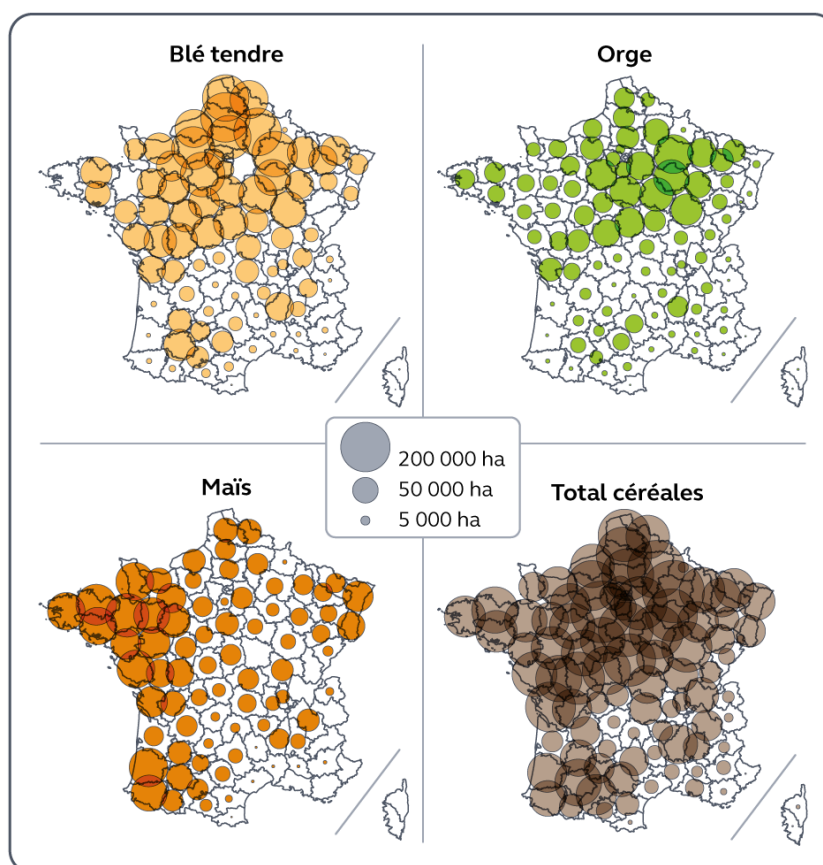
5

L'adaptation des cultures céréalières au changement climatique

PRÉSENTATION

La France est le principal producteur de céréales de l'Union européenne, dont elle assurait, en 2021, 27 % de la production de blé tendre, 21 % de celle de maïs grain et 22 % de l'orge. Les céréales couvraient en 2020 dans notre pays une surface de 8,9 M ha, dont 48 % pour le blé tendre, 22 % pour l'orge, 19 % pour le maïs grain et 8 % pour les autres céréales, dont le blé dur. Il faut ajouter le maïs fourrage (récolté vert, plante entière) qui occupait 1,4 Mha supplémentaires, le total des cultures céréalières représentant 36 % de la surface agricole utilisée (SAU). La culture des céréales est largement présente en France métropolitaine, excepté en zone de montagne et sur le pourtour méditerranéen (voir carte n° 1) ainsi qu'en outre-mer.

Les cultures céréalières ont commencé à subir depuis une vingtaine d'années les conséquences du changement climatique. Cette évolution a conduit les exploitants à chercher les moyens d'adapter leurs cultures. La recherche publique et privée est l'un des moteurs de cette adaptation. Elle a identifié des techniques susceptibles de réduire les risques liés au climat : sélection variétale, diversification des cultures, conservation de l'humidité des sols, irrigation maîtrisée et de précision, pratiques agroécologiques, agroforesterie, etc. Isolées ou combinées entre elles, ces techniques d'adaptation doivent être conçues et mises en œuvre en cohérence avec les objectifs d'atténuation du changement climatique et de maintien de la biodiversité. Elles doivent aussi être planifiées et relever d'une stratégie de long terme afin de sécuriser pour l'avenir cette composante essentielle de l'agriculture française.

Carte n° 7 : production des trois principales céréales en France

Source : recensement 2020, Agreste, MASA

Plus de la moitié des céréales consommées en France est destinée à nourrir les animaux d'élevage : les différentes filières agricoles sont donc interdépendantes entre elles, y compris dans leur évolution.

La filière céréalière française exporte environ la moitié de sa production : elle présente le deuxième excédent agricole (6,8 Md€ en 2021) derrière les boissons alcoolisées. Les exportations de préparations à base de céréales représentent 4,2 Md€ et celles de semences 2 Md€, plaçant la France au premier rang mondial.

Ces performances doivent désormais être aussi considérées en regard du climat. L'agriculture est en effet un secteur émetteur de gaz à effet de serre, mais aussi un puits de carbone et se caractérise par une particulière sensibilité au changement climatique. Il existe par ailleurs un lien étroit entre l'action climatique et la sécurité alimentaire. Il est donc important d'examiner la manière dont l'État peut renforcer l'accompagnement et le suivi de l'adaptation des cultures céréalières au changement climatique.

Le présent chapitre rend compte des effets du changement climatique, déjà perceptibles, sur les rendements des cultures céréalières et fait état de difficultés d'adaptation à prévoir, plus marquées dans le sud de la France (I). Il analyse ensuite l'action de l'État et présente le système de recherche et d'innovation permettant de mettre au point des solutions pour les cultivateurs (II). Pour l'avenir, il insiste sur l'enjeu de la diffusion de ces solutions et de l'adoption par les agriculteurs des transformations les plus systémiques (III).

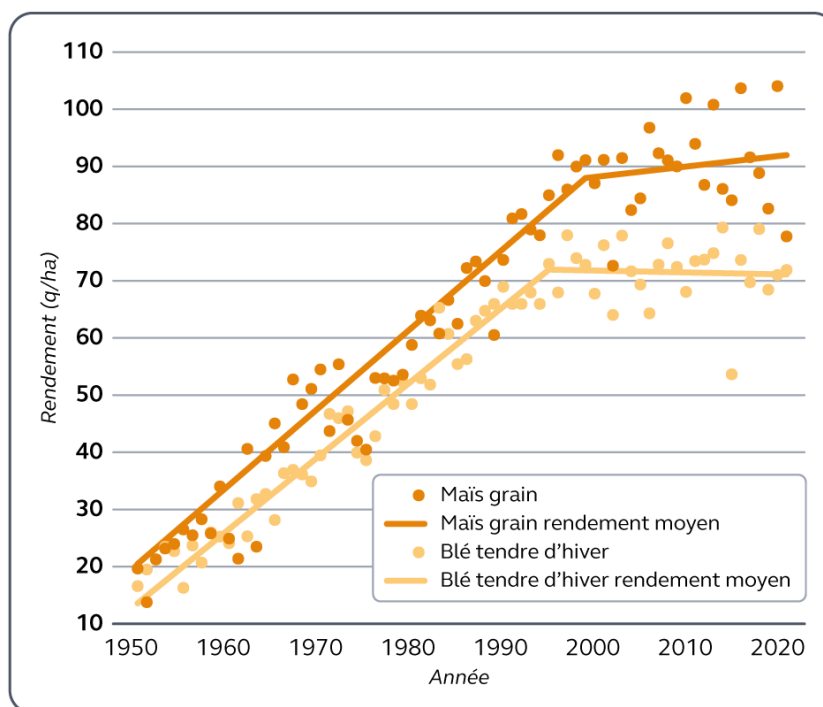
I - Des risques accrus sur les cultures céréalières et des enjeux identifiés

En France, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes – sécheresses ou précipitations en excès – est une menace pour les cultures, qui se combine avec la difficulté d'anticiper ces événements. Cependant, le CO₂ étant un nutriment des végétaux, la plus forte concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère pourrait augmenter les rendements, sous réserve de pluies satisfaisantes.

A - Des effets déjà perceptibles sur les rendements

Comme le montre le graphique n° 1, les rendements du blé tendre stagnent en France depuis la fin des années 1990, après une hausse régulière (+ 1,2 q/ha/an) depuis le milieu du XX^e siècle.

Graphique n° 5 : évolution des rendements du blé tendre d'hiver et du maïs entre 1950 et aujourd'hui



Source : Arvalis - Institut du végétal

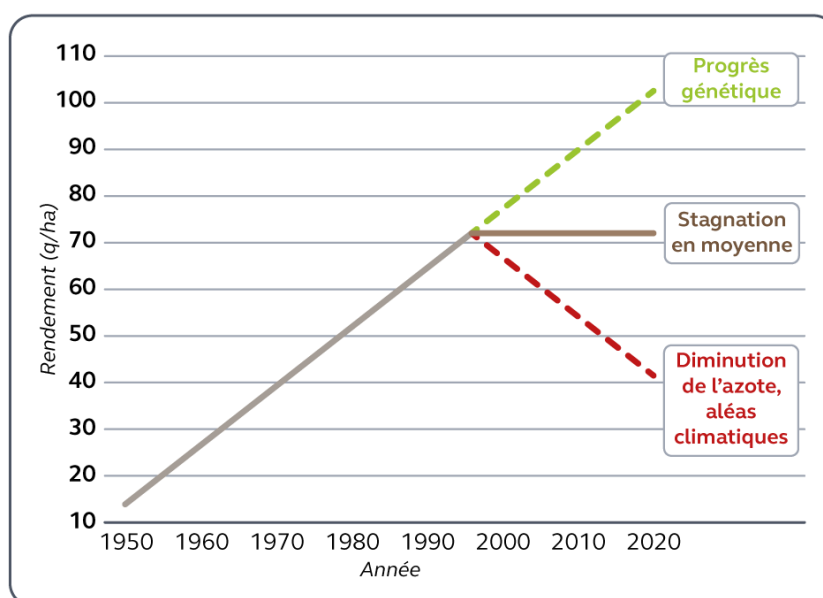
Les ajustements linéaires permettent de visualiser la stagnation des rendements.

Les experts de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) et d'Arvalis, institut du végétal chargé des recherches dans le domaine des céréales, ont établi que cette stagnation résulte de plusieurs effets²²² (voir le graphique n° 2). L'impact de l'amélioration des espèces par sélection génétique, qui se poursuit comme lors des décennies précédentes, est désormais compensé par les aléas dus au changement climatique, qui rendent les conditions de culture de plus en plus difficiles à anticiper, et par la diminution de l'azote disponible pour la plante, en raison de l'abandon des légumineuses dans certaines rotations ou de la baisse de la fertilisation azotée. La dégradation de la qualité des sols induite par la simplification des rotations, mais aussi par une intensification des pratiques (intrants non dégradables, tassement des terres, érosion, moindre

²²² Brisson et al., *Why are wheat yields stagnating in Europe? A comprehensive data analysis for France, Field Crops Research*, vol. 119, 2010.

biodiversité et qualités organiques), peut également pénaliser les rendements²²³. S'y ajoutent l'irrégularité des précipitations et l'ampleur des aléas en général. Ainsi, les points bas de 2003 et 2011 pour le blé tendre ont résulté de fortes sécheresses, alors que celui de 2007 ou la baisse record des rendements de 2016 s'expliquent au contraire par un excès de précipitations et un rayonnement solaire trop faible au printemps. Les mêmes stagnations des rendements sont observées sur l'orge et sur le maïs, avec les mêmes facteurs explicatifs identifiés par Arvalis.

Graphique n° 6 : les différentes contributions à l'évolution des rendements



Source : Cour des comptes

À cette variabilité interannuelle des aléas climatiques s'ajoute leur variabilité selon les territoires. En 2016, pire année observée entre 1983 et 2022, le rendement du blé tendre a baissé en moyenne de 32 % par rapport à 2015, ce qui a conduit à une perte de valeur hors subventions estimée à 4 Md€. Une vingtaine de départements ont toutefois subi des pertes supérieures à 40 %. Le risque pour l'agriculture, si de tels épisodes se répètent, est de fragiliser les exploitations, d'où la nécessité d'une politique d'adaptation.

²²³ Ademe, Les sols : un trésor à protéger.

B - Des difficultés d'adaptation en perspective dans le sud de la France

Pour anticiper les effets futurs du changement climatique, il convient de distinguer les effets au long cours sur les rendements moyens des cultures et les effets ponctuels dus aux aléas, les mauvaises années.

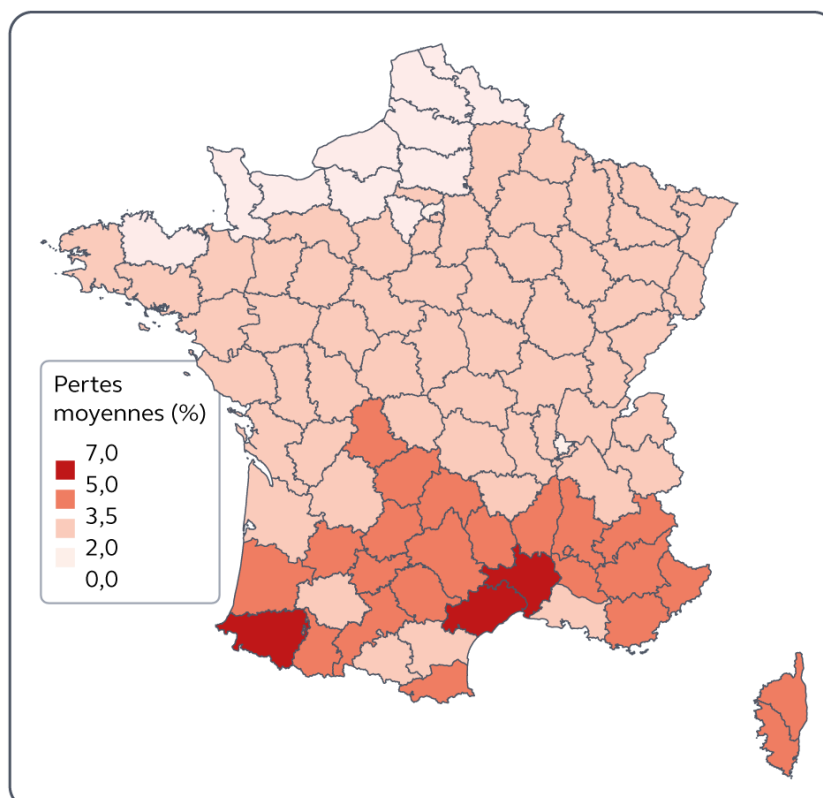
Les rendements moyens ne devraient pas être beaucoup affectés en France, selon les simulations, sauf dans le sud du pays où devraient se concentrer les évolutions les plus marquées. Là aussi, différents effets se compensent. Les simulations accessibles sur le portail DRIAS (portail d'accès aux données climatiques, présenté dans le chapitre introductif du RPA) prévoient des baisses de précipitations de 40 à 120 mm entre avril et octobre en 2050 (dans le cadre du scénario RCP 4.5, scénario médian du cinquième rapport du GIEC). Les plus fortes baisses touchent le sud-ouest, où elles pourraient représenter 20 % des précipitations sur la période. Déplacer plus tôt dans l'année les cycles cultureux permettrait cependant de limiter l'impact de ces baisses, que pourrait aussi modérer la hausse du niveau de CO₂, responsable du réchauffement climatique mais aussi favorable à la croissance des végétaux, tel le blé tendre (mais pas pour le maïs). Le consortium scientifique international AGMIP²²⁴ n'exclut pas, selon les conditions, des hausses des rendements moyens de quelques pourcents dans la moitié nord de la France pour le blé. Comme tout exercice fondé sur des probabilités, ces différentes modélisations comportent des incertitudes. Elles offrent néanmoins des informations précieuses pour anticiper l'avenir.

Pour le maïs, les modélisations agro-climatiques ne prévoient pas d'impact significatif sur le rendement moyen dans le nord de la France à l'horizon 2050. En revanche, dans le sud, les rendements vont baisser, en raison du stress hydrique (manque d'eau) estival, qui ne pourra pas être partout compensé par l'irrigation. Les changements probables concernant les caractéristiques et la durée des saisons pourraient également amener des changements d'espèces. Le sorgho, espèce plus résistante au stress hydrique, pourrait devenir plus intéressant au fil des années si sa filière se développe. Le sujet principal de préoccupation se concentrera alors sur le revenu des cultivateurs : il dépendra de l'évolution des cours mondiaux.

Au-delà de ces tendances moyennes, les variations interannuelles liées aux aléas climatiques devraient s'accroître. La carte n° 2 montre que les pertes de récoltes moyennes annuelles de blé tendre d'hiver en 2050, sont plus importantes dans le sud que dans le nord de la France : les 25 départements pour lesquels les pertes moyennes annuelles atteignent des niveaux supérieurs à 3,5 % sont tous situés dans la partie sud de la France.

²²⁴ L'Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project est un consortium scientifique international qui regroupe plus de 50 équipes de modélisation agro-climatique à travers le monde. Il propose une carte interactive de ses résultats : <https://agmipimpactexplorer.wenr.wur.nl/ggcmi-maps>.

Carte n° 8 : simulations des pertes de récoltes moyennes annuelles en blé tendre en climat 2050 (dans le cadre du scénario RCP 8.5 du 5^{ème} rapport du GIEC)



Source : données provenant du travail de thèse de Dorothée Kapsambelis, lauréate du prix de thèse de la Cour des comptes 2023. Simulations de la Caisse Centrale de Réassurance (CCR) en partenariat avec l'institut Agro Rennes-Angers et Météo-France.

Ces pertes, calculées dans le cadre le plus pessimiste envisagé par le 5^{ème} rapport du GIEC (le scénario RCP 8.5), peuvent paraître modérées. Il convient toutefois de prendre également en compte les pertes en cas d'événement plus rare, pour mesurer l'importance des aléas liés au changement climatique et l'impact des mauvaises années. En cas d'événement décennal, les modélisations de la Caisse centrale de réassurance estiment à 6,9 % le nombre de producteurs de blé tendre subissant, en 2050, des pertes supérieures à 30 % (contre 4,3 % aujourd'hui), ce qui mènerait alors à une augmentation globale de ces pertes sur le territoire de 75 %, toutes choses égales par ailleurs.

C - Des enjeux difficiles à concilier notamment pour la préservation de la ressource en eau

L'agriculture française doit concilier différents enjeux : la souveraineté alimentaire, la production pour l'exportation, la transition agroécologique et le partage de la ressource en eau.

Premier exportateur de l'Union européenne, la France joue un rôle important dans le commerce mondial des céréales et des semences, notamment en Afrique-du-Nord. Selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), l'insécurité alimentaire frappe, en 2020, 30 % de la population mondiale. La compétitivité de la filière contribue positivement à la balance commerciale de la France, qui tire bénéfice de sa surface agricole utilisée (SAU), la plus importante de l'Union européenne. La quantité et la qualité de la production restent, de ce fait, des objectifs majeurs de la filière céréalière française.

Après la seconde guerre mondiale et jusqu'à la fin du XX^e siècle, la productivité a été l'objectif dominant de l'agriculture. Le rendement du blé a ainsi été multiplié par sept entre 1945 et 2000. Mais cette agriculture intensive, soutenue par la politique agricole commune (PAC), a produit des effets défavorables à l'environnement et progressivement conduit les autorités à introduire de nouveaux objectifs, conformes aux attentes sociales : diminuer l'usage des intrants fertilisants ou phytosanitaires, responsables de pollutions, d'altération de la biodiversité ou de risques pour la santé humaine, limiter les émissions de gaz à effet de serre et contribuer à l'atténuation des émissions par la captation du carbone dans les sols ou par la production d'énergies renouvelables. S'ajoutent à cela des exigences accrues des consommateurs sur la qualité et la traçabilité de ce qu'ils mangent.

La diversité de ces objectifs est rappelée par l'article L. 1 du code rural depuis la loi du 13 octobre 2014 d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt : « *Les politiques publiques visent à promouvoir et à pérenniser les systèmes de production agroécologiques, dont le mode de production biologique, qui combinent performance économique, sociale, notamment à travers un haut niveau de protection sociale, environnementale et sanitaire* ».

Ces objectifs sont difficiles à concilier. L'Union européenne s'est par exemple fixé comme objectif d'atteindre 25 % des surfaces en agriculture biologique en 2030. Le développement de l'agriculture biologique constitue en effet l'une des voies de réduction des intrants. Les rendements moyens du blé tendre en agriculture biologique étant

inférieurs aujourd'hui de 57 % à ceux de l'agriculture conventionnelle²²⁵, si la part des surfaces de céréales cultivées en agriculture biologique passait de 5 % aujourd'hui à 25 % demain, il en résulterait une baisse des rendements globaux.

L'interdépendance des filières rend plus difficile encore la conciliation de tous ces enjeux. Le tableau n° 1 montre par exemple la part importante de la consommation intérieure des céréales réservée à l'alimentation animale. Les céréales étant toujours insérées dans des rotations culturales, les liens avec les filières oléoprotéagineuses sont également forts.

**Tableau n° 5 : bilan français de trois céréales –
moyenne des campagnes 2019-2020 et 2020-2021 en milliers de tonnes**

	Blé tendre	Maïs grain	Orge
Production	34 388	13 460	12 072
Consommation intérieure	17 266	8 472	4 454
Dont alimentation animale	46 %	68 %	94 %
Dont alimentation humaine et usages industriels	54 %	32 %	6 %
Exportations	17 453	4 391	7 964
Dont UE à 27	40 %	89 %	48 %

Source : Cour des comptes à partir de GraphAgri 2021 et 2022

Le partage de la ressource en eau illustre également la nécessité de trouver des compromis difficiles. Cultures essentiellement pluviales, les céréales occupaient en 2020 la moitié des 1,8 Mha de cultures irriguées en France, soit 6,8 % de la surface agricole utilisée totale²²⁶. À titre de comparaison, en 2016, selon Eurostat, l'Espagne et l'Italie irriguaient beaucoup plus qu'en France : 20 % et 13 % de leur surface agricole utilisée respectivement. L'irrigation concerne davantage le maïs en raison de sa forte croissance estivale : en 2020, 34 % du maïs (grain et semence) étaient issus de surfaces irriguées, ce qui représente plus des deux tiers des irrigations de céréales.

²²⁵ Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire, *Des rendements en grande culture inférieurs en agriculture biologique à ceux en conventionnel*, note Agreste n° 8, juin 2023.

²²⁶ Source : Graph'agri 2022.

Un consensus se dégage sur la diminution à venir de la ressource en eau, plus ou moins marquée selon les territoires. En France, dans certains bassins, l'usage agricole en période estivale représente plus de 90 % de l'eau consommée. La diminution des pluies d'été se cumulant avec l'augmentation de l'évapotranspiration des plantes (de 10 à 15 % pour chaque degré C° d'augmentation de la température moyenne) et donc de leur besoin d'eau, les cultures, si elles restent identiques et si les objectifs de rendement sont maintenus, vont devoir faire face à un « effet ciseau ». Les conflits d'usage de l'eau vont se durcir et, au-delà d'une nécessaire amélioration de la connaissance de la ressource, récemment mise en exergue par la Cour²²⁷, la gouvernance nécessitera, pour être efficace, d'être mieux structurée autour des périmètres des sous-bassins versants. Les recherches en hydrologie devront être soutenues.

Aujourd'hui, les ouvrages de stockage destinés à l'irrigation (plans d'eau, retenues collinaires alimentées par l'eau de ruissellement ou réserves de substitution alimentées par pompage dans les nappes souterraines) sont souvent « *contestés au nom du partage équitable de la ressource* » (Cf. note de bas de page 6). Présentés comme une réponse face à la raréfaction de la ressource, ils peuvent dans certains cas présenter un risque de mal-adaptation au changement climatique, selon leur taille, leur situation et leur mode de remplissage.

D'autres pistes sont envisagées. Le département de Haute-Garonne a lancé une expérimentation visant à recharger la nappe phréatique grâce à une centaine de kilomètres de rigoles et de fossés avec l'eau de la Garonne pour apporter un soutien d'étiage naturel supplémentaire en période sèche (projet R'Garonne). Avec ce projet d'infiltration vers les nappes, l'ambition est de stocker entre 5 et 10 millions de mètres cubes par an. Les risques notamment sanitaires de ce projet, dont le coût est estimé à 1,8 M€²²⁸, seront évalués sur quatre ans.

Par ailleurs, la part des eaux usées qui sont réutilisées, y compris pour irriguer les cultures, reste inférieure en France à 1 % des volumes traités (alors qu'elle est de 8 % en Italie, de 14 % en Espagne et de 80 % en Israël). Cette technique fait l'objet de recherches depuis quelques années sur une plateforme expérimentale d'INRAE à Montpellier, financée par l'agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse. Un projet connexe vise à évaluer la perception de la réutilisation des eaux usées par les décideurs,

²²⁷ Cour des comptes, *La gestion quantitative de l'eau en période de changement climatique*, rapport public thématique, juillet 2023.

²²⁸ Financé par l'agence de l'eau Adour-Garonne, le conseil régional d'Occitanie, le conseil départemental de la Haute-Garonne, Réseau 31 et le BRGM.

usagers et consommateurs finaux (projet SOPOLO²²⁹). Autre exemple, le projet Rur'eaux de l'entreprise Ecofilae, auquel participent la chambre d'agriculture de l'Hérault et INRAE, porte sur la possibilité de mettre en place des filières intégrées de réutilisation qui soient rentables et acceptables en zone rurale. Lors de l'annonce du plan eau en mars 2023, le Gouvernement a indiqué que la part du volume d'eau réutilisée pourrait passer à 10 % en 2030, grâce à une évolution du cadre réglementaire²³⁰.

Ainsi, face à ces risques accrus, des solutions se profilent qui restent à mieux diffuser.

II - Des solutions en gestation à mieux diffuser et coordonner par l'État

Les pouvoirs publics sont des acteurs-clés de l'adaptation de l'agriculture au changement climatique par les stratégies, le cadre réglementaire et le financement des dispositifs de recherche et développement qu'ils prévoient.

A - Un long cheminement jusqu'au « Varenne agricole de l'eau » en 2021

Avant 2020, il était difficile d'identifier les moyens consacrés aux politiques publiques spécifiquement conçues en faveur de l'adaptation au changement climatique. L'approche politique a longtemps privilégié la notion d'atténuation à celle d'adaptation. Cela ne signifie pas que des actions n'ont pas été réalisées. Cependant rares étaient celles orientées vers l'adaptation, hormis le plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC). Le ministère de l'agriculture ne dispose pas d'un tableau de bord permettant de connaître le montant investi par l'État dans l'adaptation et de mieux documenter l'effort

²²⁹ INRAE coordonne ce projet de recherche sur l'évaluation sociale et économique de la réutilisation financé par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse. Les méthodes et analyses du comportement des acteurs sont notamment appliquées aux territoires de Montpellier Méditerranée Métropole et de la communauté de communes de Grand Pic Saint-Loup, dans le département de l'Hérault.

²³⁰ Notamment l'entrée en vigueur en juin 2023 du règlement 2020/41 du 25 mai 2020, décret du 10 mars 2022 et arrêté du 28 juillet 2022.

environnemental, notamment pour le budget vert de l'État. De même, bien que l'adaptation de l'agriculture au changement climatique constitue l'un des métaprogrammes²³¹ d'INRAE depuis 2011, L'institut ne tient pas de comptabilité analytique identifiant les financements spécifiques à ce seul sujet.

Suite à la publication, en 2006, de la première stratégie nationale d'adaptation française, le volet agricole du PNACC 2011-2015 a porté l'effort dans cinq directions : la recherche et la diffusion des résultats, une approche territoriale, des systèmes de surveillance et d'alerte, une gestion durable des ressources naturelles et enfin une gestion des risques inhérents à la variabilité climatique par l'assurance et la mutualisation.

Le bilan du premier PNACC a révélé en 2015 un bon taux d'exécution des quinze mesures prévues dans ces cinq directions et souligné les principaux résultats obtenus. Des systèmes de surveillance et d'alerte sanitaire ont été créés (le centre national d'expertise des vecteurs, une plateforme nationale d'épidémiologie-surveillance en santé animale), un fonds national de mutualisation des risques sanitaires a été mis au point et 100 M€ par an de crédits du Fonds européen agricole pour le développement rural (FEADER) ont été affectés à la gestion des risques climatiques. Le développement des connaissances a été soutenu : la prospective « Agriculture, forêt, climat : vers des stratégies d'adaptation » (AFCLim)²³² menée par le ministère de l'agriculture et le métaprogramme d'adaptation au changement climatique élaboré au sein d'INRAE²³³, révèlent les leviers d'adaptation possibles pour l'agriculture. Tout en relevant l'impossibilité de chiffrer les moyens engagés, les difficultés à mobiliser les acteurs concernés et une préparation encore insuffisante de la France, le bilan du premier plan a mis en évidence des perspectives prometteuses : diffusion de services agro-hydro-climatiques très localisés, priorité aux actions combinant atténuation et adaptation, recherche variétale, développement d'outils de diagnostic des capacités d'adaptation des exploitations et d'expérimentations, associant les filières et accompagnées par l'assurance.

²³¹ Les métaprogrammes sont un dispositif d'animation et de programmation scientifique sur quelques sujets nécessitant des approches systémiques et interdisciplinaires.

²³² La prospective *Agriculture, forêt, climat : vers des stratégies d'adaptation* (AFCLim) donne à voir de manière concrète les principaux effets du changement climatique sur l'agriculture et la forêt en France métropolitaine, à réfléchir aux stratégies d'adaptation possibles et à sensibiliser l'ensemble des acteurs concernés.

²³³ INRAE est né le 1^{er} janvier 2020 de la fusion entre l'Inra et l'Irstea.

Publié en 2018 et évalué à mi-parcours en 2021, le PNACC 2 (2018-2022) a soutenu six actions propres au secteur agricole, certaines prolongeant les orientations du premier plan. C'est le cas, par exemple, d'une action phare destinée à soutenir financièrement le changement de pratiques et l'investissement (financement de haies, diagnostics carbone, etc.). D'autres portent sur la conservation et l'utilisation de ressources génétiques pour s'adapter à demain ou sur des analyses comparées des stratégies d'adaptation.

Avec le « *Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique* » (le « Varenne ») en 2021²³⁴, l'adaptation est devenue une priorité de l'action publique. Le plan d'investissement France 2030, qui englobe tous les secteurs agricoles, doit contribuer à renforcer leur résilience et leur adaptation au changement climatique en finançant des agroéquipements (212 M€) et des mesures de protection contre les aléas climatiques (175 M€) sous forme d'appels à projets. En 2023, France 2030 devrait permettre le versement de 63 M€ d'aides individuelles aux agriculteurs.

Le programme national pour le développement agricole et rural 2022-2027 cible diverses actions d'adaptation au changement climatique. L'adaptation des systèmes de production, avec en particulier une gestion économe et efficiente de l'eau, devient l'un des trois thèmes prioritaires et le numérique constitue un enjeu transversal. Les chambres d'agriculture ont présenté leur plan d'adaptation pour « *aller dans la cour de la ferme* », financé par le compte d'affectation spéciale « *développement agricole et rural* » (CASDAR) avec l'objectif d'offrir des conseils d'adaptation au changement climatique à 10 000 exploitations par an. Les actions ou objectifs d'adaptation des derniers contrats d'objectifs et de performance (COP) signés entre le ministère chargé de l'agriculture et les organismes publics ont été renforcés²³⁵.

L'adaptation de l'agriculture au changement climatique est aussi appréhendée par la PAC depuis 2014, conformément à l'objectif thématique assigné à tous les fonds européens par l'article 9 du règlement (UE) n° 1303/2013 « *Promouvoir l'adaptation au changement climatique et la prévention et la gestion des risques* ». La PAC 2023-2027 prolonge

²³⁴ La concertation a réuni près de 1 400 participants sur six mois. Elle avait pour objectif de trouver des solutions concrètes pour aider les agriculteurs à faire face aux aléas climatiques, en protégeant la ressource et en assurant un partage de l'eau qui n'affecte pas les milieux aquatiques. Les conclusions ont été publiées en février 2022.

²³⁵ COP 2021-2025 avec Chambres d'agriculture France, COP 2022-2027 avec l'ACTA, COMP 2022-2026 avec INRAE.

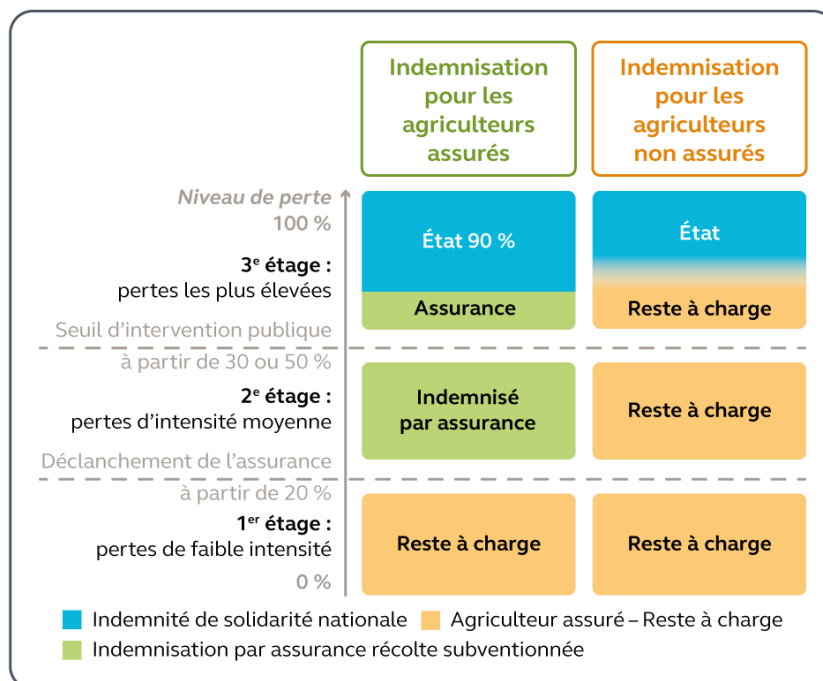
cette dynamique par les articles 5 et 6 du règlement (UE) 2021/2115 : l'un de ses trois objectifs généraux consiste à renforcer l'action en faveur du climat et l'un de ses neuf objectifs spécifiques est de contribuer à l'atténuation et à l'adaptation. En France, le plan stratégique national affiche « *un faible niveau d'ambition* », selon le Haut conseil pour le climat²³⁶, avec seulement 24 % du total des crédits de la PAC affectés à des actions « de verdissement (climat, environnement, bien-être animal) ».

La consultation engagée par l'État en mai 2023 concernant la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC) conduira ensuite à une étude de vulnérabilité de l'agriculture et à la définition d'un plan spécifique d'adaptation. Au vu de tous ces cadres d'intervention, le ministère de l'agriculture devra s'organiser pour suivre les actions en faveur de l'adaptation, leurs financements et leurs résultats, et en permettre une évaluation.

B - Une réforme récente mais limitée du système assurantiel

Le plan stratégique national pour la mise en œuvre de la PAC prévoit deux types de soutien à la gestion des risques : i) l'aide à l'assurance multirisques climatique (MRC) des récoltes, pour les pertes liées au climat et ii) l'aide au fonds national agricole de mutualisation du risque sanitaire et environnemental (FMSE), pour les pertes liées à des maladies, à des ravageurs, à des pollutions, etc. L'affiliation à ce fonds est obligatoire pour tous les agriculteurs tandis que l'assurance risque climatique reste facultative. En 2021, le taux d'assurance pour les céréales était de 33 % des surfaces cultivées, alors qu'il était de 18 %, toutes filières confondues.

²³⁶ Haut conseil pour le climat, rapport annuel de juin 2023.

Schéma n° 7 : nouvelle assurance récoltes

Source : MASA/DGPE

Au cours de la période 2017-2020, le rapport sinistralité sur cotisation pour les grandes cultures a été de 126 %. Les conséquences de l'augmentation des événements climatiques sur le coût des sinistres agricoles et la dégradation des résultats de l'assurance multirisques climatique ont conduit à réformer le système assurantiel. La loi n° 2022-298 du 2 mars 2022 a ainsi instauré à compter du 1^{er} janvier 2023 un système d'indemnisation des pertes à trois étages (voir schéma n° 1) :

- les pertes faibles sont à la charge de l'agriculteur ;
- celles qui sont plus significatives sont couvertes par une assurance contractée par l'agriculteur (cotisation subventionnée à 70 %) ;
- les plus importantes sont couvertes à 90 % par l'État.

Très incitative à l'assurance, cette réforme crée aussi un filet de sécurité pour les agriculteurs non assurés en cas de pertes importantes, à hauteur de 45 % de ces pertes (35 % en 2025).

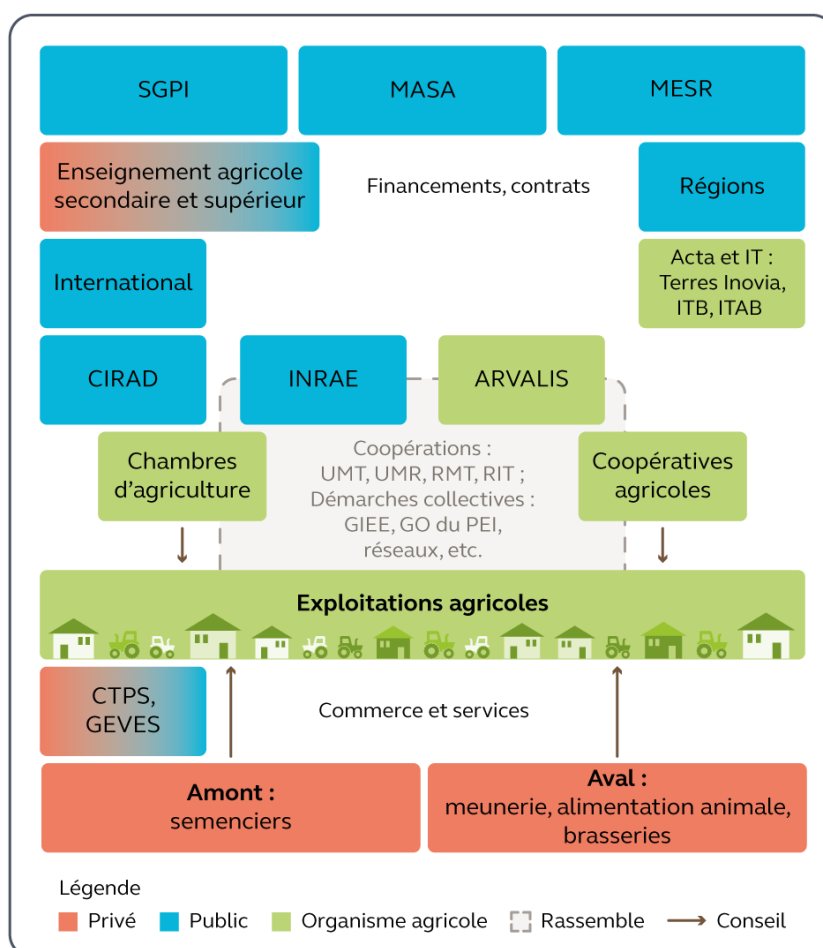
Selon l'étude d'impact de la loi, le budget public de subvention de l'assurance et d'indemnisation des pertes passera d'environ 300 à 600 M€ par an, en moyenne, à partir de 2025, dont 184,5 M€ au titre du FEADER. La réforme est toutefois récente et le chiffrage devra être affiné à l'avenir.

La réforme du système assurantiel va encourager les agriculteurs à investir pour équiper leurs exploitations et ainsi à se protéger à court terme des aléas climatiques. Elle ne s'accompagne toutefois pas d'une incitation des assurés à réaliser des transformations systémiques. Pourtant, au-delà de l'assurance contre les pertes, il serait nécessaire de protéger les agriculteurs qui prennent des risques supplémentaires en mettant en œuvre les véritables transformations nécessaires à l'adaptation au changement climatique : cela mettrait en confiance les cultivateurs « pionniers » dans l'expérimentation des nouvelles pratiques préconisées par la recherche et en permettrait une diffusion plus large et rapide. Les futures évolutions de la PAC, qui reste l'outil de loin le plus puissant pour accompagner l'agriculture, pourraient encourager ces agriculteurs pionniers. Car ces derniers disposent de nombreuses solutions techniques, parfois directement applicables (transformations incrémentales), parfois plus complexes (transformations systémiques), mises au point par un dispositif de recherche et d'innovation complet.

C - Un dispositif complet de recherche et d'innovation

Maintenir une production agricole de qualité, en mesure d'assurer la souveraineté alimentaire de la France, capable de participer à l'objectif de développement durable « Faim zéro » de l'ONU, tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre, les impacts négatifs sur l'environnement, dans des conditions climatiques qui changent au cours des années, nécessite une recherche et des innovations au meilleur niveau. La France mobilise au service de ces nouvelles priorités l'ensemble de son système de recherche et d'innovation public et privé (voir schéma n° 2).

Schéma n° 8 : système de recherche et d'innovation dans le domaine des cultures céréalières en France



Source : schéma inspiré des résultats du programme Européen i2connect, Cour des comptes

Dans le secteur public, INRAE²³⁷ développe des connaissances fondamentales aussi bien que des innovations appliquées (dépôt de brevets, création de start-ups). L'Institut dispose d'un budget de l'ordre de 1 Md€ et de 18 centres régionaux répartis sur tout le territoire. Le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD)

²³⁷ INRAE mène également des recherches dans d'autres domaines comme l'alimentation, la forêt, l'environnement, l'eau, la biodiversité ou la bioéconomie.

dispose d'un budget de 200 M€. Sa connaissance des terrains méridionaux, dont les climats sont semi-arides et arides, s'avère précieuse dans le contexte de l'adaptation. Il travaille par exemple sur le sorgho et le mil²³⁸, qui pourraient être davantage utilisés pour diversifier les cultures en cas de stress hydrique. Les universités (notamment Paris-Saclay et Montpellier), les établissements d'enseignement supérieur agricole (tels AgroParisTech ou l'Institut Agro) et d'autres organismes de recherche (le centre national de la recherche scientifique – CNRS, le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives – CEA, l'Institut de recherche pour le développement – IRD) contribuent à ces travaux, le plus souvent en étroite coopération. Ainsi, le dispositif « *Innovation et amélioration variétale en Afrique de l'Ouest* » associe depuis six ans le CIRAD, l'IRD et l'Institut Agro à des partenaires au Sénégal, au Mali, au Burkina-Faso, au Togo et au Niger pour étudier l'adaptation dans ces pays, dans un programme susceptible de trouver des applications au nord de la Méditerranée.

La recherche et l'innovation privées sont réalisées par des entreprises et des instituts techniques au service de la filière.

Les industriels semenciers sont des acteurs majeurs de l'innovation dans le domaine des céréales. SEMAE (l'interprofession des industriels des semences) estime que le budget recherche de la filière céréales et protéagineux représente 24 % de son chiffre d'affaire et évalue celui de la filière maïs et sorgho à 9 % (soit 165 M€ en 2021 pour ces deux filières). Ces ratios d'investissements correspondent à ceux des entreprises de haute technologie. De nombreuses *start-ups* voient également le jour dans le secteur de l'innovation pour l'agriculture, l'AgriTech. BpiFrance consacre ainsi 200 M€ sur cinq ans à soutenir ces jeunes pousses²³⁹. Dans le domaine des céréales, l'innovation concerne par exemple des outils d'aide à la décision en matière de fertilisation raisonnée, à partir d'analyses d'images de la plante prises par satellites ou par drones. Se développent aussi des robots de désherbage mécanique, ou des outils d'analyse météo et d'échanges de conseils.

Les instituts techniques agricoles (ITA), spécialisés dans les différentes filières de production, mènent des recherches appliquées, en association avec les producteurs et les interprofessions qui les financent. Arvalis disposait d'un budget de 62 M€ en 2021, ses recettes provenant pour 55 % des interprofessions, pour 27 % de crédits publics à travers des appels à projets et pour 18 % de valorisation de ses innovations. Il possède 29 sites de recherche répartis sur le territoire, ce qui permet de prendre en compte la variété des conditions pédoclimatiques (sols, climat etc.). Il n'existe pas dans

²³⁸ Le sorgho fait par exemple l'objet du projet « *Biomass for the future* », qui réunit INRAE, le CIRAD et différents industriels et semenciers. Plus de mille accessions de sorgho ont été séquencées et caractérisées.

²³⁹ Voir le rapport *La French AgriTech de la Ferme Digitale*.

L'Union européenne d'institut technique consacré à la recherche appliquée sur les céréales équivalent à Arvalis. L'interprofession céréale consacre 72 % de ses contributions volontaires obligatoires²⁴⁰ à la recherche, ce qui permet à Arvalis d'être, de loin, l'institut technique agricole le plus important.

Le réseau des chambres d'agriculture occupe une position d'interface entre la recherche et les agriculteurs. Doté de services de recherche, de développement et d'innovation, il déploie sur tout le territoire des conseillers chargés de diffuser les connaissances ou les nouvelles pratiques auprès des exploitants. Ces activités de diffusion et de conseil sont également réalisées par les coopératives et les négoce agricoles, auxquelles trois agriculteurs sur quatre adhèrent, ou par les organismes nationaux à vocation agricole et rurale (ONVAR) qui œuvrent au développement agricole, par une activité spécifique en réseau²⁴¹.

Enfin, de nombreuses structures partenariales assurent la bonne coopération des différents acteurs : réseaux et unités mixtes technologiques ou groupements d'intérêt scientifique (GIS) permettent aux scientifiques de coopérer sur des problématiques spécifiques. Le GIS « blé dur », par exemple, fédère les acteurs de la filière pour mutualiser les moyens et les connaissances au service de la création de nouvelles variétés. Le réseau mixte technologique ClimA rassemble un collectif d'experts des différentes structures de recherche et développement pour accélérer la conduite et le transfert de leurs travaux sur l'adaptation des exploitations au changement climatique, en co-développant des outils pour le conseil et des ressources pédagogiques. Les partenariats avec les entreprises sont également renforcés à travers deux instituts Carnot pilotés par INRAE ou le pôle de compétitivité VEGEPOLYS Valley²⁴². Dans le cadre du partenariat européen pour l'innovation, de nombreux groupes opérationnels permettent des échanges internationaux.

L'ensemble de ce dispositif de recherche, largement bâti avec le concours des pouvoirs publics, œuvre depuis deux décennies à développer des solutions techniques pour s'adapter au changement climatique. Les avancées scientifiques et techniques sont nombreuses et doivent être diffusées.

²⁴⁰ La contribution volontaire obligatoire (CVO) est une cotisation prélevée sur les volumes produits (céréales vendues par l'agriculteur, farine par le meunier etc.) dont s'acquittent obligatoirement les professionnels de chaque filière agricole et qui permet de financer le fonctionnement de l'interprofession.

²⁴¹ Par exemple, la FNAB fédère les réseaux d'exploitants en agriculture biologique, la FNCUMA fédère les réseaux de coopératives d'utilisation de matériel agricole (les CUMA), Solidarité paysans accompagne les agriculteurs en difficulté, etc.

²⁴² VEGEPOLYS Valley est un pôle de compétitivité rassemblant des entreprises, des centres de recherche et de formation du domaine du végétal autour de projets innovants pour des agricultures plus compétitives, plus qualitatives, respectueuses de l'environnement et de la santé. Ses équipes sont implantées dans quatre régions françaises (Pays de la Loire, Auvergne-Rhône-Alpes, Bretagne, Centre-Val-de-Loire). Il compte 600 adhérents.

III - L'enjeu de la diffusion des solutions et de l'adoption des bonnes pratiques

La recherche et les nombreuses innovations scientifiques et techniques orientées vers l'adaptation des cultures au changement climatique doivent, pour porter leurs fruits, être diffusées auprès des agriculteurs et mises en œuvre concrètement. Simultanément, des transformations plus structurelles des pratiques agricoles et agroalimentaires demandent à être expérimentées et déployées.

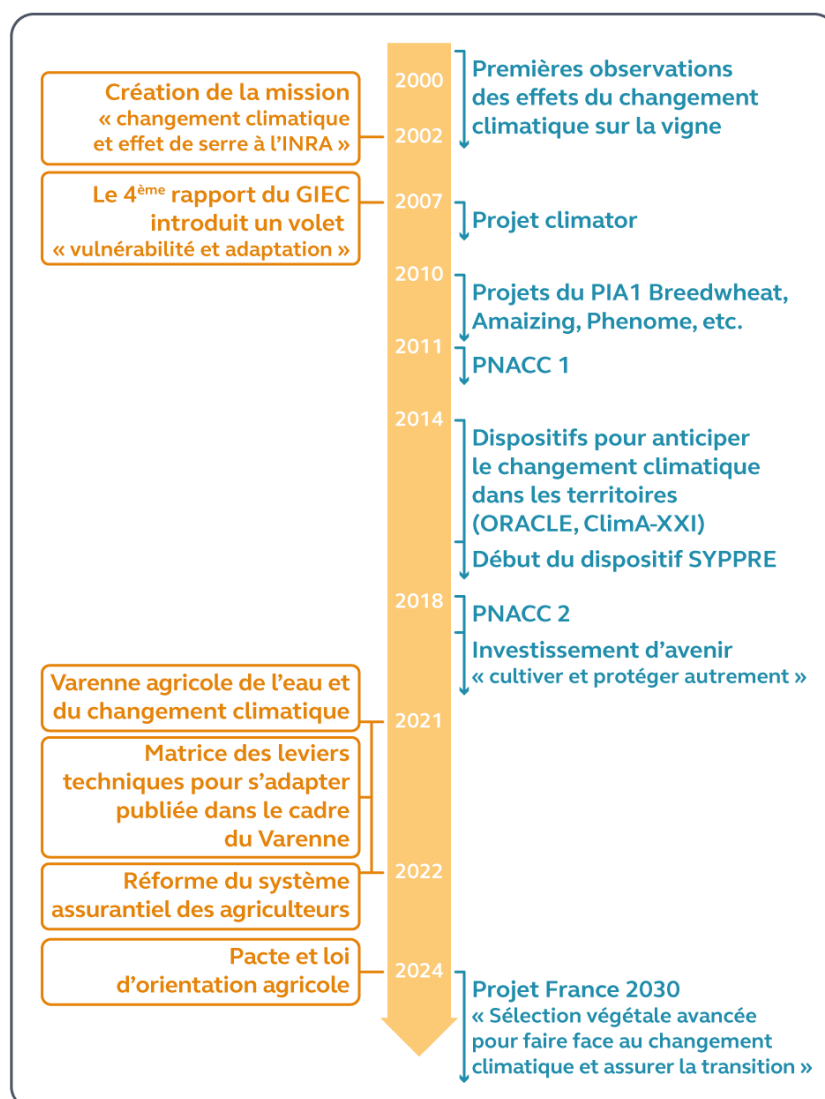
A - Les recherches au début du XXI^e siècle

Dès la fin des années 1990, les chercheurs de l'Institut national de la recherche agronomique (Inra) ont étudié les impacts attendus du changement climatique sur l'agriculture française et prévu le raccourcissement des cycles de culture, une « *possible augmentation de la variabilité temporelle du climat* », mais aussi les effets positifs de la concentration en CO₂ sur la croissance des plantes²⁴³. Une mission « changement climatique et effet de serre » a été créée en 2002 à l'Inra.

En 2006, alors que les rendements des céréales étaient décevants depuis le début des années 2000, à la demande du ministère chargé de l'agriculture, une expertise scientifique collective réalisée par l'Inra a établi que « *le changement climatique associe à l'augmentation prévue de température une plus grande fréquence d'événements extrêmes* » et envisagé différentes voies d'adaptation, telles que l'esquive (consistant à avancer les cycles culturaux), le progrès génétique (sans s'attendre à ce qu'il suffise à régler tous les problèmes) ou la diversification des systèmes de culture. L'année suivante, à la suite de cette expertise, l'Inra a piloté le premier projet d'envergure étudiant les effets du climat sur les céréales et réunissant 17 équipes de recherche provenant de sept organismes (Climator - voir le schéma n° 3). Ce projet a permis de comprendre le phénomène de stagnation des rendements dès 2010 et de prévoir l'augmentation de la variabilité interannuelle des rendements – une situation préoccupante pour le maïs irrigué dans le sud-ouest – et l'accroissement du risque de stress hydrique.

²⁴³ R. Delécolle, J.F. Soussana, J.P. Legros, C.R. Acad. Agric. Fr, vol. 85, n° 4, page 45, séance du 5 mai 1999.

**Schéma n° 9 : résumé de l'adaptation de la culture des céréales
au changement climatique 2000–2023**



Source : Cour des comptes

L'observation et les simulations ont aussi été développées. Les régions disposent d'observatoires régionaux sur l'agriculture et le changement climatique (ORACLE, proposés par les chambres d'agriculture) qui contribuent à caractériser les relations entre agriculture et climat dans leurs territoires. Les chambres d'agriculture ont aussi mis au point l'outil

ClimA XXI qui permet de prévoir des indicateurs agro-climatiques à l'échelle locale, et déployé des conseillers formés pour l'utiliser. Différentes options d'adaptation ont été inventoriées en fonction des territoires et des filières dans l'étude prospective AFClm, en 2013²⁴⁴, qui comprend 14 études de cas avec un territoire et une filière spécifique. Par exemple, pour les grandes cultures dans le département du Cher, sont déjà avancées les solutions d'adaptation consistant à décaler les cycles de culture pour esquisser le stress hydrique, avec des dates de semis plus tôt dans l'année ou avec des variétés précoces, et à diversifier l'assolement avec des rotations plus complexes, en introduisant des légumineuses ou en maintenant une couverture permanente.

L'innovation génétique des espèces, qui a permis à l'agriculture de progresser depuis son origine, a contribué à l'adaptation des cultures au changement climatique. Le *leadership* de la France en matière de sélection variétale (voir encadré *infra*) est à ce titre un atout important. Les projets financés entre 2010 et 2020 par le programme d'investissements d'avenir, Phenome, *Breedwheat* (sur le blé) et *Amaizing* (sur le maïs)²⁴⁵, ont permis ces dix dernières années de progresser dans la compréhension de la génomique²⁴⁶ des plantes et des conséquences phénotypiques²⁴⁷ du changement climatique, et ainsi constituer un corpus de connaissances précieuses pour l'adaptation au changement climatique.

**Les certificats d'obtention végétale,
un levier indispensable pour faire évoluer les cultures**

Les sélectionneurs, publics ou privés, créent des variétés présentant de nouvelles caractéristiques : résistance à une maladie, meilleur rendement, précocité dans le développement, etc. La création de nouvelles variétés est dynamique : le catalogue français compte entre 30 et 50 variétés de blé tendre chaque année, et entre 50 et 100 nouvelles variétés de maïs. La majorité du pain que nous mangeons est issue de blés qui n'existaient pas il y a dix ans. Par exemple, la variété de blé tendre « Chevignon » a de nos jours beaucoup de succès, en raison de ses qualités de résistance aux agressions, ses propriétés de panification et sa bonne résilience agronomique. Les centres de ressources biologiques conservent pas moins de 14 000 accessions de blé tendre, autant de sources de biodiversité mobilisables si besoin.

²⁴⁴ Centre d'études et de prospective du ministère en charge de l'agriculture, *Agriculture, Forêt, Climat : vers des stratégies d'adaptation*, 2013.

²⁴⁵ Phenome a financé des structures de phénotypage avec 24 M€ d'aide publique, *Breedwheat* 10 M€ sur neuf ans pour un investissement total (avec les partenaires privés) de 34 M€, *Amaizing* 9 M€ sur huit ans pour un investissement total de 27,5 M€.

²⁴⁶ La génomique étudie le fonctionnement d'un organisme, en l'espèce, d'un végétal, à l'échelle du génome, c'est-à-dire de l'ensemble du matériel génétique encodé dans son ADN.

²⁴⁷ Les caractéristiques phénotypiques sont celles que l'on observe sur l'ensemble des traits d'un organisme, et pas seulement à l'échelle du génome.

Dans l'Union européenne, ces variétés ne sont pas brevetées mais font l'objet de certificats d'obtention végétale (les COV). Ce modèle protège le propriétaire comme les utilisateurs. Tous ont en effet le droit de réutiliser les semences existantes pour en créer de nouvelles, ce qui encourage l'innovation variétale et évite la captation que permet le brevet. Les agriculteurs peuvent également utiliser leurs propres semences de ferme, en échange d'une taxe pour le détenteur de ce certificat.

Pour obtenir un certificat d'obtention végétale, un obtenteur doit remplir un cahier des charges qui garantit la nouveauté de la variété qu'il a créée, sa stabilité, son homogénéité et démontrer ses performances environnementales et agronomiques. Le Comité technique permanent de la sélection (CTPS) fait progresser les cahiers des charges et les tests en introduisant de nouvelles exigences. C'est un moyen de faire évoluer les semences dans la direction de l'agroécologie. Les tests techniques sont réalisés par le GEVES (groupe d'études et de contrôle des variétés et des semences) ou par des laboratoires partenaires. Le CTPS propose au ministère en charge de l'agriculture d'inscrire au catalogue une nouvelle variété par arrêté. Avec le certificat d'obtention végétale, la semence a une « double nature de bien public et de bien marchand »²⁴⁸, constituant un cadre de propriété intellectuelle équilibré.

Tous les acteurs, publics comme privés, contribuant au développement de la culture des céréales, font désormais de l'adaptation au changement climatique une des composantes principales de leurs actions. Les stratégies d'adaptation au changement climatique figurent au premier plan des orientations d'INRAE dans son plan stratégique INRAE 2030, comme dans le projet 2023-2027 d'Arvalis. Le réseau des chambres d'agriculture a choisi comme premier axe de son contrat d'objectifs, signé avec l'État en novembre 2021, d'« accompagner l'agriculture dans ses transitions économiques, sociétales et climatiques ». Leur travail commun a permis, dans le cadre du « Varenne » en 2021, de dresser un inventaire des solutions pour s'adapter.

B - Un ensemble de leviers techniques à déployer pour faire face au changement climatique

Les réponses pour une culture résiliente des céréales sont désormais multiples. Pour faire face aussi bien à l'évolution tendancielle (un climat plus chaud et moins d'eau disponible) qu'aux événements extrêmes (sécheresses record, gels tardifs, fortes pluies hivernales ou printanières), certaines solutions d'adaptation de nature incrémentale ont commencé à

²⁴⁸ La filière semencière française : état des lieux et perspectives, rapport de l'Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques, 2015.

être mises en œuvre. D'autres font appel à des transformations systémiques beaucoup plus ambitieuses. INRAE, l'Association de coordination technique agricole (ACTA) et le réseau des chambres d'agriculture ont publié dans le cadre de la cellule Recherche-Innovation-Transfert (RIT) qu'ils co-animent, un ensemble de leviers techniques à mobiliser.

Les solutions d'adaptation incrémentale consistent par exemple à avancer les dates de semis pour esquiver les périodes trop chaudes, à sélectionner des variétés dont la résistance au stress hydrique est accrue, ou des variétés dites précoces. Selon INRAE, face aux évolutions du climat prévues pour la seconde moitié du XXI^e siècle, les adaptations incrémentales ne seront probablement pas suffisantes. Il sera nécessaire de renforcer la résilience des systèmes de production, à l'aide de transformations de plus grande ampleur.

En cohérence avec les objectifs de la transition agroécologique, l'agroforesterie ou la mise en place de haies permettent d'apporter de l'ombre ou de préserver l'humidité du sol. Il est également possible de développer une agriculture de conservation des sols (en évitant de labourer, avec des sols toujours couverts), et surtout de diversifier les cultures²⁴⁹ grâce à des rotations plus complexes, qui permettent d'améliorer la résilience des systèmes de production²⁵⁰.

La diversification des cultures représente une rupture par rapport à la tendance historique, le productivisme soutenu par la PAC ayant mené à une simplification des assolements au cours des dernières décennies. Les principes de l'agroécologie et la nécessité de s'adapter au changement climatique appellent des systèmes culturels plus diversifiés et plus résilients, selon des formes multiples dépendant des conditions pédoclimatiques locales. Le changement climatique présente aussi des opportunités, telles que la possibilité de réaliser trois cultures en deux ans. Le possible développement de nouveaux bio-agresseurs avec la hausse des températures nécessitera un surcroît de recherche. Au-delà des cultures elles-mêmes, le stockage et la conservation des grains pourraient également être affectés et nécessiter des investissements spécifiques.

La sélection génétique sera toujours nécessaire pour créer les variétés les mieux adaptées aux systèmes agronomiques nouveaux. Selon les experts, les nouveaux outils NBT (*new breeding techniques*) offriront

²⁴⁹ INRAE, *Protéger les cultures en augmentant la diversité végétale des espaces agricoles*, expertise scientifique collective, 2022.

²⁵⁰ Diversification des cultures, allongement des rotations, sélection variétale, infrastructures agroécologiques et conservation des sols, se retrouvent dans les nombreux travaux de synthèse sur l'adaptation, dont ceux du GIEC, TYFA de l'IDDRI, Afterres 2050 de Solagro, le *shift project*, CGAAER et CGEDD, etc.

des capacités d'adaptation décisives, même s'il ne faut pas placer en elles l'espoir de résoudre tous les problèmes. La réglementation européenne doit prendre position sur le sujet prochainement, en clarifiant la différence entre les NBT qui modifient le génome exactement de la même manière que les mutations naturelles, et celles qui opèrent des modifications plus substantielles, produisant *de facto* des organismes génétiquement modifiés.

Dans tous les cas, le sujet de l'eau restera crucial car il n'existe pas d'agriculture sans eau. Des solutions techniques ont été développées pour mieux planifier l'irrigation, au meilleur moment pour la plante, ou pour utiliser des dispositifs d'irrigation innovants, plus économes.

C - Des transformations plus structurelles à anticiper

La stratégie de l'exploitant et la combinaison des leviers techniques mobilisables dépendront de ses sols, du climat attendu, de son matériel, des débouchés, etc. Les agriculteurs sont ainsi appelés à devenir de plus en plus de véritables ingénieurs pour combiner au mieux tous ces paramètres. Le système de formation initiale et continue joue donc un rôle majeur. Le plan « *Enseigner à produire autrement pour les transitions et l'agroécologie* », piloté par la direction générale de l'enseignement et de la recherche (DGER) du ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire, œuvre dans cette direction.

De plus, l'agriculteur ne décide pas seul des innovations à adopter. Il est inséré au sein d'un écosystème d'acteurs économiques et politiques. Les chambres d'agriculture et les coopératives conseillent les exploitants. Les industries de la transformation et de l'agroalimentaire fixent leurs cahiers des charges, en lien avec les aspirations alimentaires et les moyens financiers des consommateurs. Certaines techniques innovantes peuvent ne pas être portées à la connaissance des exploitants ou ne pas être acceptées par leurs partenaires parce qu'elles remettent en cause leurs modes de production, leurs habitudes ou leurs modèles économiques. Les exemples de freins à l'innovation venant de l'industrie agroalimentaire ou de la réglementation sont ainsi nombreux. Des mélanges de blé aux résistances complémentaires pourraient être utilisés, mais la pratique habituelle des meuniers est plutôt de procéder aux mélanges après récolte, pour être sûrs de reproduire la qualité de farine à laquelle les consommateurs sont habitués. Le sorgho, réputé pour sa résistance aux climats secs, pourrait trouver un débouché pour l'alimentation des volailles, mais il ne figure pas dans les céréales autorisées en Label Rouge. Un mélange pois-blé peut s'avérer intéressant en termes de résilience, mais nécessite un investissement prohibitif pour faire le tri lors de la récolte, etc.

Cet ensemble d'habitudes, de normes ou d'intérêts des acteurs – le consommateur en premier lieu –, est parfois qualifié de « verrouillage » du régime sociotechnique de production agricole²⁵¹, qui s'oppose aux transformations systémiques dont l'agriculture a besoin. La difficulté de transformer les pratiques agricoles est à la mesure de la complexité de cet enchevêtrement d'intérêts croisés.

Lorsque les leviers de transformation bouleversent les pratiques agricoles de manière systémique (par une modification profonde des rotations, des itinéraires techniques, des espèces cultivées, avec potentiellement des déplacements des zones de culture) ou même le système d'exploitation (développement d'ateliers non agricoles, évolution de la main d'œuvre, etc.), les risques deviennent plus importants pour les agriculteurs. Pour pouvoir prendre ces risques, l'exploitant a besoin d'être conforté par des expériences qui ont réussi et/ou de pouvoir s'appuyer sur des « références système » reproductibles ou adaptables. Dans ce contexte, les démonstrations expérimentales, où la recherche appliquée va jusqu'à démontrer le succès d'innovations systémiques en prenant ainsi les risques à la place de l'exploitant, sont à multiplier. Des dizaines de fermes expérimentales existent à INRAE, à Arvalis, dans les chambres d'agriculture ou dans l'enseignement agricole. Elles ont des objectifs variés, allant de la recherche à la formation, mais peu sont des fermes pilotes engagées dans des essais de transformations systémiques. Le dispositif SYPPRE²⁵² (qui associe Arvalis, l'institut technique de la betterave et Terres Inovia) teste par exemple depuis 2014 des systèmes innovants de grandes cultures dans des plateformes expérimentales dédiées et met en réseau des exploitants participant aux tests. Les rotations complexes et longues (sur neuf ans, en introduisant des légumineuses en culture associée ou en interculture, en pratiquant certaines cultures sans labour, avec des cultures intermédiaires de différents types) nécessitent autant d'années pour évaluer leurs résultats.

Ces dispositifs devraient être développés pour soutenir localement un réseau d'agriculteurs en pointe dans l'adaptation au changement climatique, notamment grâce à des financements par Horizon Europe (programme-cadre de recherche et d'innovation de l'Union européenne) et les futurs supports de financement européens. Ils pourraient être élargis en situation réelle à des fermes souhaitant y participer afin de permettre une meilleure identification des agriculteurs à des modèles novateurs.

²⁵¹ Jean-Marc Meynard et al., *Freins et leviers à la diversification des cultures*, rapport Inra 2013.

²⁵² SYPPRE : Systèmes de production performants et respectueux de l'environnement.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La définition et la mise en œuvre de stratégies coordonnées d'adaptation de l'agriculture au changement climatique sont encore récentes et leurs enjeux diffèrent selon les filières et les territoires. Les agriculteurs et les laboratoires s'y sont intéressés dès les premières manifestations des modifications climatiques mais les politiques publiques ont tardé à structurer leurs interventions. Ce n'est toujours pas une clef d'analyse ou de répartition des financements publics pour l'agriculture. Désormais, l'enjeu de l'adaptation requiert un meilleur suivi par l'État.

Le « Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique » a permis de mettre en évidence trois domaines d'actions pour adapter la culture des céréales au changement climatique : la réforme du système des assurances, qui répond à une nécessité de court terme ; une gestion plus économe de la ressource en eau, qui nécessitera des arbitrages politiques à l'échelle des sous-bassins versants ; enfin un ensemble de leviers techniques, qui a été mis à disposition des exploitants par les acteurs de la recherche et de l'innovation pour faire face au changement climatique.

La réforme des assurances, qui s'est traduite par une modification législative et un effort accru de l'État, renforce la protection des agriculteurs contre les risques. Il existe cependant un risque de mal-adaptation si certains modes de production actuels perdurent sans les transformations nécessaires.

Parmi les leviers techniques pour développer une agriculture climato-résiliente, certains, de nature incrémentale, poursuivent la longue histoire du progrès de l'agriculture, sans transformations en profondeur des modes d'exploitation.

D'autres transformations sont beaucoup plus systémiques et compatibles avec la transition agroécologique. Elles sont aussi plus risquées et demandent davantage d'accompagnement de la part de l'État, par exemple dans des fermes expérimentales. Elles nécessitent donc d'être soutenues et évaluées.

Au vu de l'ensemble de ces constatations, la Cour formule les recommandations suivantes :

- 1. concevoir et mettre à jour un tableau de bord afin de suivre spécifiquement les actions et les financements liés à l'adaptation de l'agriculture au changement climatique (ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire - 2025) ;*
 - 2. soutenir financièrement et labelliser les expérimentations de transformations structurelles visant à adapter les cultures au changement climatique (ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire - 2025).*
-

Réponse reçue à la date de la publication

Réponse du ministre de la transition écologique et de la cohésion des territoires	210
--	-----

Destinataires n'ayant pas d'observation

Monsieur le ministre de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire
Monsieur le président-directeur général de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE)
Madame la présidente d'Arvalis

**RÉPONSE DU MINISTRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES**

Je partage votre proposition de créer un soutien ad hoc à travers la politique agricole commune (PAC) pour couvrir les risques pris par les pionniers qui se lancent dans des changements profonds de leur système de production. La PAC, qui reste l'outil de structuration le plus fort de l'activité agricole, doit rapidement et mieux intégrer l'enjeu de l'adaptation et de la transformation des systèmes de production. La révision du plan stratégique national de la France en 2025 pourrait répondre à cette recommandation. Elle permettrait également de soutenir le rehaussement des critères et des aides allouées dans le cadre de l'éco-régime, qui conditionne 25 % des aides du premier pilier de la PAC à la rémunération des services environnementaux rendus par les agriculteurs mettant en œuvre des pratiques vertueuses. Ce dispositif constitue le seul outil d'orientation massif pouvant contribuer significativement à l'évolution des pratiques favorables à l'adaptation des exploitations (diversité des assolements, maintien des prairies, couverture végétale, développement des haies).

L'évaluation de la vulnérabilité des exploitations ou des systèmes de production est également utile pour réaliser les transformations structurelles que vous identifiez. L'élaboration d'un cadre national visant le diagnostic de vulnérabilité des exploitations au changement climatique, (mesure 17 du pacte d'orientation pour le renouvellement des générations en agriculture), permettra d'assurer l'information nécessaire aux agriculteurs, la cohérence générale du contenu, ainsi que le suivi de la mesure, tout en offrant une flexibilité sur les outils mis en œuvre sur le terrain. Il ne doit toutefois pas constituer une contrainte pour les agriculteurs en terme financier ou de procédure mais être un jalon nécessaire et utile à l'adaptation de leurs activités.
