



Stratégie nationale de recherche et d'innovation 2009

Rapport du groupe de travail
Alimentation – Eau

RESUME

Une forte croissance prévisible de la demande alimentaire mondiale liée à l'augmentation de la population, combinée aux changements des habitudes alimentaires, induit l'objectif de doubler, d'ici 2050, la production agricole primaire et les produits alimentaires transformés. Simultanément, l'opinion publique a pris conscience que les ressources naturelles (terres, eau, etc.) n'étaient pas infinies, alors que s'exercent sur elles, au plan mondial, une pression sans précédent. Des tensions nouvelles sur l'usage des terres entre milieux naturels et cultivés, et en termes d'allocation entre finalités alimentaires et non alimentaires apparaissent. Enfin, les changements climatiques nécessitent d'adapter les systèmes de production, en particulier dans les zones fragiles.

Il s'agit donc non seulement de produire plus, mais aussi de produire mieux et autrement, dans un contexte de pression sur les prix agricoles et alimentaires et avec des conséquences sur les équilibres sociaux, en particulier dans les pays en développement. Il est donc nécessaire de passer, aussi rapidement que possible, d'une approche essentiellement productiviste, fragmentée et sectorielle, à une approche systémique, intégrant gestion de l'eau et des territoires et production agricole, transformation industrielle et consommation des produits alimentaires, dans laquelle chaque facteur et chaque variable devront être raisonnés et optimisés en tenant compte de l'ensemble.

La France, porteuse d'un modèle d'alimentation reconnu dans le monde, fondé sur la qualité et la variété, se place au second rang mondial des pays exportateurs dans le domaine agro-alimentaire, derrière les États-Unis. Les filières agricole et alimentaire représentent le premier secteur d'activité économique du pays (3,4% du PNB) et plus de 1,4 million d'emplois. Avec ses territoires et départements d'outre-mer, la France occupe également une place particulière. Il lui revient donc de porter, au sein de l'Europe, ses capacités de coopération scientifique avec le Sud.

La politique nationale de recherche sur le domaine de l'alimentation est ainsi marquée par de fortes compétences en recherche agronomique. Par ailleurs, l'Union européenne constitue un cadre incontournable pour le déploiement des politiques publiques de recherche dans ce domaine.

Objectif 1 : développer la recherche sur les systèmes intégrés de production alimentaire et évaluer la qualité environnementale, économique et sociétale des biens et services

- *mobiliser en particulier les recherches sur la modélisation, la toxicologie et l'écotoxicologie, le génie des procédés, la connaissance des cycles de vie, la biologie intégrative.* L'ensemble de la chaîne, de la conception des ingrédients et de leurs assemblages, à la transformation, la conservation, la distribution de l'aliment fini et l'usage effectif qu'en fait le consommateur, doit être désormais regardé dans une approche « système intégré » conciliant les enjeux sanitaires, nutritionnels, organoleptique et de compétitivité ;
- *explorer le potentiel de nouvelles voies technologiques (industrielles et domestiques), économes en ressources, en énergie et en effluents.* Dans le prolongement du Grenelle de l'environnement, cette évolution nécessaire est porteuse de nouveaux défis à relever sur les systèmes de culture et d'élevage, l'amélioration des plantes et des animaux, les alternatives à l'usage des pesticides, mais également sur les métiers de la collecte, la transformation et la distribution. Cela implique de redéployer les travaux des organismes nationaux sur ces orientations, *via* leurs contrats d'objectifs, et d'adapter les programmes de l'Agence nationale

de la recherche (ANR) pour développer les coopérations entre acteurs amont et aval du secteur, y compris les entreprises.

Objectif 2 : développer la confiance du consommateur et asseoir la valeur « santé » des aliments

Il est indispensable de mieux connaître les besoins nutritionnels spécifiques de l'homme et les mécanismes physiologiques sous-jacents pour les traduire en recommandations alimentaires afin de prévenir certaines pathologies en forte croissance actuellement (obésité, cancers, maladies cardio-vasculaires, diabètes) , et d'en ralentir le développement.

Pour atteindre ces objectifs, il s'agit de :

- *développer les études épidémiologiques et les études d'intervention (cohortes) en s'inspirant du modèle de l'industrie pharmaceutique ;*
- *mieux connaître les déterminants de la consommation et de comprendre le comportement des consommateurs : cela demande une forte implication des sciences économiques et sociales dans les recherches ;*
- *analyser la perception et l'acceptabilité des nouvelles technologies et peut-être d'éviter le rejet quasi-systématique des innovations de rupture dans le domaine alimentaire ;*
- *développer l'expertise sur les maladies « exotiques » susceptibles d'apparaître sur le territoire (santé animale et zoonoses, microbiologie, virologie).*

Cet enjeu, d'envergure européenne, pourra utilement être porté comme sujet de programmation conjointe au sein de l'Union européenne.

Objectif 3 : recentrer notre système de recherche et de formation en pôles nationaux visibles et accentuer la liaison entre recherche fondamentale et finalisée

- *renforcer la liaison recherche-formation-innovation-développement et la cohérence de notre système de recherche entre approches fondamentales et finalisées dans une perspective européenne et en coordination avec le ministère de l'agriculture et de la pêche. En particulier, il convient de rapprocher et coordonner les organismes et les centres et instituts techniques, les programmes incitatifs de l'ANR et ceux du Développement agricole et rural. Renforcer ces liens favorisera le transfert des technologies vers les pôles de compétitivité et les industries mais aussi l'écoute, par la recherche, des besoins des entreprises du secteur ;*
- *amplifier le rapprochement enseignement supérieur et recherche (établissement public de coopération scientifique agronomique, RTRA, etc.) ;*
- *amplifier la création d'unités mixtes technologiques.*

SOMMAIRE

1	DEFINITION, ENJEUX.....	1
1.1	DEFINITION DU PERIMETRE.....	1
1.2	UN MODELE COMPETITIF A CONFORTER.....	1
1.2.1	<i>Garantir des produits sains, accessibles et permettant une alimentation équilibrée.....</i>	2
1.2.2	<i>Adapter les technologies de transformation des produits alimentaires aux attentes des consommateurs et à la diversité des ressources.....</i>	3
1.2.3	<i>Concevoir des systèmes de production à hautes performances environnementales</i>	4
1.2.4	<i>Eau : gestion intégrée des ressources</i>	5
2	ANALYSE DE LA SITUATION FRANÇAISE.....	5
2.1	CARACTERISATION PAR DES INDICATEURS QUALITATIFS ET QUANTITATIFS	5
2.2	LES POLITIQUES NATIONALE ET COMMUNAUTAIRE.....	6
2.2.1	<i>Les politiques incitatives</i>	6
2.2.2	<i>Les instruments réglementaires.....</i>	7
2.2.3	<i>Éléments de prospective de recherche</i>	8
2.3	ANALYSE SYNTHETIQUE.....	9
3	L'ANALYSE STRATEGIQUE	11
3.1	LA PROBLEMATIQUE STRATEGIQUE SUR LE DEFI.....	11
3.2	LES ORIENTATIONS STRATEGIQUES	11

1 DEFINITION, ENJEUX

1.1 Définition du périmètre

La population mondiale devrait passer de 6,5 milliards actuellement à 9 milliards environ en 2050, les deux tiers vivant en milieu urbain. Combinée à la transition nutritionnelle¹, cette évolution démographique induit l'objectif de doubler la production agricole primaire. En même temps, le besoin en produits alimentaires transformés fera plus que doubler et la demande, en termes de qualité et de sécurité sanitaire, ne fera qu'augmenter. Les problématiques alimentaires figurent donc, plus que jamais, dans le haut des agendas politiques².

Simultanément, ce début de 21^{ème} siècle est marqué par la prise de conscience de la finitude des ressources naturelles, dont celles que l'agriculture a jusqu'ici utilisées librement : terres, eau, biodiversité, etc., et cela alors qu'existe, au plan mondial, une pression sans précédent sur ces ressources avec, comme conséquences, la disparition d'espèces animales et végétales, la dégradation des sols ou encore la raréfaction de l'eau potable dans certaines régions. Les changements climatiques, déjà constatés ou anticipés, induisent par ailleurs la nécessité d'adapter les systèmes de production, en particulier dans les zones méditerranéennes et intertropicales. Il s'agit donc non seulement de produire plus, mais également de produire mieux c'est-à-dire autrement.

La réflexion se situe donc dans un contexte de changement de paradigme : passer, aussi rapidement que possible, d'une approche essentiellement productiviste, fragmentée et sectorielle, à une approche systémique, intégrant au mieux production agricole, transformation industrielle et consommation des produits alimentaires, chaque facteur et chaque variable étant raisonné par rapport à l'ensemble. Les enjeux sont la gestion des milieux et des ressources, l'impact et les services environnementaux, la concurrence entre productions à usage alimentaire et non-alimentaire à travers l'allocation des terres, et *in fine*, la mise à disposition d'aliments (en quantité, qualité et sécurité) et leurs impacts sur la santé, le comportement et le bien-être du consommateur.

1.2 Un modèle compétitif à conforter

La France est porteuse d'un modèle d'alimentation reconnu dans le monde entier, fondé sur la qualité et la variété. Elle se place au second rang mondial des pays exportateurs agro-alimentaires, derrière les États-Unis. Les activités liées à l'alimentation (au sens large) et à la gestion des milieux et des ressources sont donc, plus que jamais, d'actualité pour notre pays, par la place déterminante qu'elles occupent dans nos territoires, par leur rôle économique d'une grande visibilité dans la balance commerciale, par leur rôle stratégique en matière d'environnement et d'approvisionnement en ressources pour l'alimentation et pour l'industrie.

¹ La transition nutritionnelle est le passage d'une société où la malnutrition par carence et les maladies associées prédominent vers une société dans laquelle émergent des maladies chroniques liées à l'excès alimentaire. Les principaux facteurs associés sont une modification des habitudes alimentaires qui évoluent vers un régime plus diversifié mais plus riche en produits d'origine animale, en graisse et en sucres raffinés et un mode de vie plus sédentaire. Il s'en suit une perspective de besoins en typologie de biomasse spécifique.

² Objectifs du millénaire pour le développement (2000) ; conclusions du rapport de la Banque mondiale « agriculture et développement » (2007) ; Sommet de la FAO (Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2008-2017) ; conclusions du *Grenelle de l'environnement* (rapport final du comité opérationnel « recherche », septembre 2008. Groupe III – Instaurer un environnement respectueux de la santé. Groupe IV - Vers des modes de production et de consommation durables).

Le défi « Alimentation–Eau » se décline en quatre sous-défis très interdépendants, l'alimentation elle-même³, la transformation des produits agricoles en aliments, la production primaire⁴ et la gestion des ressources en eau⁵, l'eau étant à la fois un intrant clé de l'agriculture et un facteur clé de l'alimentation.

1.2.1 Garantir des produits sains, accessibles et permettant une alimentation équilibrée

Ce défi a aujourd'hui une dimension internationale et constitue le premier des objectifs du Millénaire pour le développement et des Nations Unies. Il concerne autant les pays industrialisés que les pays émergents et en développement, confrontés aux malnutritions de carences ou de surcharges, ou à une transition nutritionnelle. La généralisation des problèmes d'alimentation dans le monde incite à une coopération accrue des équipes de recherche au plan international, les spécificités des pays du Sud justifiant l'appui de chercheurs spécialisés.

Les questions d'alimentation, de nutrition et de santé publique se posent simultanément en termes de sécurité sanitaire et de prévention des carences et des maladies dites « de société » (obésité, diabète, cardio-vasculaires). Il est aujourd'hui vital de produire les connaissances nouvelles qui permettront, sur des bases scientifiques partagées, d'améliorer les systèmes alimentaires. Dans les pays développés confrontés à l'abondance, la prévalence de l'obésité et les pathologies liées à une mauvaise alimentation n'ont cessé de progresser, pour atteindre des coûts de prise en charge qui deviennent difficilement soutenables. Si, grâce à un modèle alimentaire reconnu et essentiellement fondé sur un bon équilibre au niveau des nutriments et sur le plaisir, la France apparaît aujourd'hui encore relativement moins touchée que d'autres pays, elle n'est cependant pas épargnée et de fortes disparités sociales sont observées. Le modèle français est également très porteur pour l'industrie alimentaire qui travaille en permanence à maintenir et à accroître son offre vers les consommateurs (en particulier, les populations aux ressources limitées) en produits de haute qualité, permettant une alimentation satisfaisante en quantité (disponibilité, accessibilité, choix, information) et en qualité (nutritionnelle, sanitaire, organoleptique). L'objectif est de tendre vers un état nutritionnel optimal tout au long de la vie.

Les relations entre aliments-nutriments, système immunitaire, métabolisme et maladies chroniques non transmissibles sont d'un intérêt particulier, mais une « médicalisation » de l'alimentation quotidienne, exacerbant la dimension « santé » au détriment des autres dimensions (plaisir, culture, identité), pourrait mettre à mal ce modèle traditionnel plus sûrement que la transformation des pratiques alimentaires elles-mêmes. Les orientations à promouvoir portent sur le comportement du consommateur, l'identification et la couverture des besoins nutritionnels de l'homme sain et la prévention des pathologies citées.

Il s'agit là d'un véritable défi de connaissances, qui implique une approche interdisciplinaire intégrant les sciences biologiques (physiologie, biochimie, physico-chimie, neurosciences, nutriginétique, nutriginomique), mais également les sciences humaines et sociales (psychologie, sociologie, économie). L'objectif est de comprendre les déterminants fondamentaux des choix alimentaires et des comportements des consommateurs, et notamment les mécanismes d'établissement des préférences alimentaires et leur évolution au

³ Construction de l'aliment, quantité, qualité et sécurité, modes de consommation et praticité, impacts sur la santé et le bien-être, comportement du consommateur.

⁴ Compétitivité, impacts et services environnementaux, concurrence entre productions à usage alimentaire et non-alimentaire, allocations des terres, santé animale, aquaculture, pêche, lien aux territoires.

⁵ Disponibilité et répartition des usages, qualité par rapport aux intrants agricoles ou vis-à-vis des rejets industriels, impacts sur aliment, l'eau aliment.

cours de la vie, toutes questions sur lesquelles les connaissances actuelles demeurent bien fragmentaires.

Le défi de l'alimentation comporte par ailleurs un aspect particulièrement sensible qui concerne la notion de risque régulièrement mis en lumière par les « crises alimentaires ». La manière dont le consommateur perçoit les risques, subis (hormones, ESB, OGM, etc.) ou acceptés a des conséquences très lourdes sur les filières. Augmenter la confiance des consommateurs dans leur alimentation (organisation des filières, traçabilité, normes et appellations, etc.) est une question centrale pour la recherche, qui conditionne les possibilités d'innovation dans ce secteur.

1.2.2 Adapter les technologies de transformation des produits alimentaires aux attentes des consommateurs et à la diversité des ressources

Les préoccupations écologiques actuelles posent de nombreuses questions à la recherche au regard de la transformation par des procédés physiques, chimiques et biologiques des produits végétaux et animaux et de ses développements industriels. Il convient de traiter ces questions, au niveau fondamental comme à l'échelle pilote, pour concevoir et développer des systèmes nouveaux de production des aliments, compétitifs et à forte valeur ajoutée environnementale. L'ingénierie résultante et ses processus technologiques sont donc à repenser en mobilisant les progrès de la modélisation, de l'imagerie, de la robotique, etc, et ce dans un cadre de sécurité, notamment chimique. Cela représente un enjeu majeur pour les prochaines années⁶.

La variabilité naturelle de la matière première agricole a toujours représenté une difficulté pour les industries alimentaires, industries lourdes pour bon nombre d'entre elles, où modifier un paramètre sans changer l'équilibre d'ensemble est un risque important et redouté. Le développement de nouveaux itinéraires agronomiques à faibles intrants risque d'introduire des difficultés nouvelles pour l'industrie de transformation.

Par ailleurs, l'organisation des filières assurant les approvisionnements des industries et des marchés demeure un facteur de fragilité. Jusqu'à présent, l'industrie alimentaire française a su conserver un lien fort avec son territoire et l'héritage culturel, conciliant tradition et innovation. Aujourd'hui, la tentation est forte pour l'industrie et la distribution de s'approvisionner à meilleur coût sur des marchés extérieurs. Il est indispensable de renforcer la confiance du consommateur, en s'appuyant sur des outils d'authentification, de traçabilité et d'information, tout en s'adaptant aux mutations sociales, dans une approche généralisée d'ingénierie de la qualité. La spécificité des valeurs françaises (goût, plaisir, convivialité, diversité) nécessite de cibler certains thèmes prioritaires pour conserver, renforcer et promouvoir ces atouts.

La stratégie porte ici sur la construction d'une fiabilité (nutritionnelle, organoleptique et sanitaire) et d'une accessibilité des produits alimentaires (prix), le renforcement de la compétitivité internationale des entreprises en tenant compte d'une empreinte écologique maîtrisée⁷. Dans cette optique, la question de la relocalisation du triplet production – transformation – zone d'achalandage est à revisiter.

⁶ L'agriculture européenne est aujourd'hui fortement dépendante de la chimie. L'Union européenne est la 1^{ère} région au monde consommatrice de pesticides, avec de très fortes disparités selon les filières de production. Quelques 300 substances homologuées sont encore utilisées pour lutter contre les maladies et les parasites. A ces substances il faut ajouter tous les produits vétérinaires utilisés pour l'élevage.

⁷ En matière de transformation, les orientations majeures sont précisées dans l'agenda de recherche stratégique (SRA 2007-2020) de la plateforme « Food for Life France ».

1.2.3 Concevoir des systèmes de production à hautes performances environnementales

La réflexion est aujourd'hui centrée sur les contributions de l'agriculture à l'alimentation d'une part, et sur sa place des territoires dans la gestion durable, d'autre part, c'est-à-dire sur l'évaluation des coûts et des bénéfices environnementaux de l'activité de production. Les demandes adressées aux systèmes de production, à des fins alimentaires ou non, contiennent également des tensions, voire des antagonismes entre les attentes, qui visent notamment à :

- produire davantage, pour répondre au défi alimentaire mondial mais également pour tirer parti de la capacité exportatrice de la France ;
- produire mieux ou autrement, pour ramener cette activité – l'une des plus performantes au monde - dans des limites acceptables en termes d'impact environnemental ;
- produire si besoin autre chose, biens et services environnementaux, ressources possédant des usages non alimentaires (chimie verte ou agro-carburants par exemple)⁸.

Ce nouveau cahier des charges pour la fonction de production doit par ailleurs être replacé dans la perspective des changements globaux (modifications du climat, invasions biologiques, maladies émergentes), qui peuvent soumettre les systèmes agricoles à de nouvelles et fortes contraintes d'adaptation, notamment en zones fragiles. Ces changements conduisent en outre à demander à ces systèmes de production de limiter certains impacts spécifiques⁹.

Les systèmes agricoles de demain ne seront plus seulement considérés comme des producteurs de biens marchands avec des impacts négatifs sur l'environnement : la capacité à recycler des déchets, l'entretien du paysage, l'épuration de l'air, le maintien de la biodiversité, la qualité de l'eau, l'amélioration des bilans de carbone, la conservation de la fertilité des sols et la lutte contre l'érosion, devront être de mieux en mieux compris et développés. Ces « services rendus par les agro-écosystèmes » demeurent cependant difficiles à appréhender et la recherche devra s'y investir fortement. Les exemples actuels, donnés par l'agriculture biologique ou par les agricultures dites « raisonnées » ou « de précision », donnent à penser que l'on dispose d'importantes marges de manœuvre au niveau des itinéraires et des choix techniques de conduite des cultures ou des élevages.

Le concept de « systèmes de production intégrés » suppose des investissements importants en matière de compréhension du fonctionnement des agro-écosystèmes anthropisés, des plantes cultivées et des animaux d'élevage, pour une gestion « durable » et « soutenable » des ressources naturelles (notamment sol, eau et biodiversité). En termes de recherche, les outils mathématiques, le calcul, la modélisation, doivent être développés dans ce secteur. Ils doivent conduire à des modèles généralisés intégrant quantités de données, déjà disponibles mais dispersées, sans oublier l'imagerie satellitaire, l'intégration des modèles de prévision météorologiques aux différentes échelles, etc.

Enfin, quel que soit le domaine (agriculture, élevage, pêche, aquaculture) il conviendra, de plus en plus, d'améliorer les bilans énergétiques, les systèmes intégrés devant devenir des systèmes produisant globalement plus d'énergie qu'ils n'en consomment.

⁸ Produire autre chose également pour gérer, de manière durable, les territoires et leur production de services écosystémiques (au sens du *Millenium Ecosystem Assessment* 2005), non abordé ici.

⁹ Voir par exemple le débat sur la contribution des ruminants à l'effet de serre ou la contribution attendue sur la réduction de l'ampleur des changements (stockage du carbone par les forêts, les sols ou les prairies).

1.2.4 Eau : gestion intégrée des ressources

Les ressources en eau sont soumises à des menaces croissantes dues aux variations climatiques, à l'accroissement démographique et à la concentration urbaine, à la crise énergétique ou aux pressions économiques. Les inquiétudes actuelles portent non seulement sur les quantités d'eau disponibles, ici et là-bas, aujourd'hui et demain, mais également sur la qualité de l'eau qui peut conduire à des problèmes sanitaires cruciaux. L'eau entre dans le schéma alimentaire, en particulier par sa pureté, mais aussi comme vecteur de nutriments essentiels natifs ou rajoutés (iode, fluor, fer, etc.). De nombreux contrôles sont effectués tout au long de la chaîne de production d'eau potable : au point de captage, à la station de traitement, au niveau des réseaux de distribution. En 2007, cinq années de travail¹⁰ ont abouti à trois normes relatives à l'amélioration des performances et à la gestion des services publics de l'eau potable et de l'assainissement.

L'eau est l'un des intrants essentiels à l'agriculture, laquelle est souvent stigmatisée pour son « coût hydrique ». À l'échelle mondiale cette ressource est très inégalement répartie dans l'espace et dans le temps. L'un des objectifs visés est d'assurer une gestion intégrée durable de l'eau de manière à en garantir un meilleur stockage dans les écosystèmes terrestres, ce qui renvoie au défi sur les « ressources naturelles ». L'enjeu est donc le maintien d'un niveau suffisant du « contenu en eau » des paysages, la réduction de l'érosion et la filtration des eaux. Cela passe par un renforcement de la gestion intégrée au niveau des bassins versants (modélisation, écoulement, pollution agricole, irrigation, pompage, aires de captage, etc.) afin de disposer d'une eau de qualité, au bon endroit et au bon moment.

Seules les eaux de boisson conditionnées sont considérées comme des aliments au sens des règlements internationaux et peuvent constituer un ingrédient de produits alimentaires. A ce titre, ces eaux peuvent, en fonction de leurs caractéristiques (minéraux, oligoéléments, chimie...), revendiquer des allégations pharmacologiques, physiologiques ou clinique conformément aux réglementations.

2 ANALYSE DE LA SITUATION FRANÇAISE

2.1 Caractérisation par des indicateurs qualitatifs et quantitatifs

Troisième puissance agricole mondiale, la France est en pointe sur le défi de l'alimentation. Du point de vue socio-économique, la France est la première puissance agricole de l'Union européenne à 27 (environ 20% de la production communautaire, près de 60% du territoire national en usage agricole)¹¹. C'est dire l'importance des impacts potentiels de l'activité de production et des activités induites par la transformation. Les filières agricole et alimentaire sont donc l'un des piliers de l'économie nationale. Elles représentent conjointement le premier secteur d'activité économique du pays, avec une valeur ajoutée globale de plus de 70 G€ (soit 3,4% du PNB, pour moitié dans l'agriculture et pour moitié dans les industries alimentaires) et plus de 1,4 millions de personnes employées (salariés et non salariés). Ces secteurs, étroitement liés, occupent la même première place au niveau européen et la seconde

¹⁰ Ce processus, engagé en 2001 sur une proposition de la France et géré par AFNOR, a mobilisé une trentaine de pays et une dizaine d'organisations internationales. Ces normes sont des normes de service, champ encore peu développé au sein de la normalisation internationale, et elles sont pertinentes au niveau mondial, en étant applicables aussi bien dans des pays industrialisés que dans des pays en développement, dans des grandes villes comme en zone rurale et ce, quel que soit le mode de gestion des services (public et/ou privé).

¹¹ La surface mobilisée par l'agriculture représente près de 30 millions d'hectares, la forêt occupant près de 16 millions d'hectares.

au niveau mondial, après les États-Unis. Les industries alimentaires représentent un débouché essentiel pour l'agriculture nationale, dont elles transforment plus de 70% des produits.

La France occupe, dans le même temps, une place particulière en Europe, d'une part grâce à ses territoires et départements d'outre-mer et d'autre part, en raison de ses puissantes capacités de recherche agronomique pour les pays dits « du Sud » (Institut de recherche pour le développement-IRD, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement-CIRAD, etc.). A ce titre, il lui revient de porter plus fortement cette capacité de coopération scientifique avec le Sud.

Le dispositif national de recherche sur ce défi, est le premier d'Europe et l'un des tout premiers au monde. Les indicateurs 2007 de l'OST dans les domaines concernés témoignent d'une relative faiblesse quantitative mais d'une excellente visibilité. Une étude bibliométrique effectuée à partir de la base de données de l'*ISI Web of Knowledge*, sur la période 1996 à 2006, classe la France au 2^{ème} rang mondial, derrière les États-Unis, dans le champ de la recherche agronomique et vétérinaire.

2.2 Les politiques nationale et communautaire

2.2.1 Les politiques incitatives

La politique nationale sur ce défi est marquée, en termes de recherche, par l'existence d'un programme dédié au sein de la mission interministérielle de la recherche et de l'enseignement supérieur (Programme 187)¹². Elle est également fortement déterminée par la politique agricole commune (PAC) qui demeure l'un des piliers de la construction européenne. L'Europe constitue aujourd'hui un cadre incontournable via ses directives, pour le déploiement des politiques publiques de recherche pour l'alimentation, l'agriculture, l'eau et l'environnement. Au niveau des équipes de recherche, des programmes scientifiques sont soutenus dans le 7^{ème} Programme-cadre de recherche et développement technologique - PCRDT, notamment dans la priorité thématique « Alimentation-Agriculture-Pêches »¹³ et, dans une moindre mesure, dans la priorité thématique « Environnement ». La priorité « Alimentation-Agriculture-Pêches » reste cependant, et paradoxalement si l'on considère que la PAC est la politique européenne la plus importante en part de financement, assez mal dotée (environ 2 milliards d'euros) comparée à ce qui est consacré à d'autres domaines comme, par exemple, la santé (plus de 6 milliards d'euros).

À la suite du Grenelle de l'environnement, le plan Ecophyto, mis en place par le ministère de l'agriculture et de la pêche, vise à réduire de 50% l'usage des produits phytosanitaires en agriculture, à l'horizon 2018. Il s'agit à la fois de réduire l'usage de ces produits et de limiter l'impact de ceux qui resteront indispensables pour protéger les cultures des parasites, des mauvaises herbes et des maladies.

¹² Le programme 187 « recherche dans le domaine de la gestion des milieux et des ressources » regroupe les opérateurs suivants : l'Institut national de la recherche agronomique (INRA), le Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts (CEMAGREF), l'Institut de recherche pour le développement (IRD), le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER) et le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM).

¹³ 7^{ème} Programme-cadre de RDT (2007-2013), Thème 2 du programme Coopération, *Alimentation, Agriculture & Pêche, Biotechnologie*.

Au niveau des États-membres, un instrument ERA-Net¹⁴ a été mis en place à la fin du 6^{ème} PCRDT, les invitant à coordonner leurs politiques nationales et leurs grands programmes : la France est très active sur cet instrument, à travers de nombreux projets (PlantGenomic, Animal Health, *food safety*, EUPHRESKO, *Core Organic*, Méditerranée, RURAGRI, etc.). A ce même niveau, existe depuis longtemps une « Conférence européenne des organisations de recherche agronomique », EURAGRI, peu active et dont les missions mériteraient d'être repensées. La Commission européenne a par ailleurs réactivé en 2005 un groupe de réflexion prospective représentant les États-membres, SCAR, (*Standing Committee for Agricultural Research*)¹⁵, chargé de l'aider pour l'orientation de sa politique. La France (ministères chargés de la recherche et de l'agriculture) y est très active et y trouve un puissant levier pour promouvoir sa politique de recherche.

Un certain nombre de plateformes européennes ont également été établies, largement à l'initiative des entreprises, pour définir des priorités de recherche concertées : *Food for Life*, *Plants for the Future*, *Farm Animal Breeding and Reproduction Technology Platform*, *European Technology Platform for Global Animal Health*, *Water supply and sanitation Technology Platform*, etc.

2.2.2 Les instruments réglementaires

Les directives et règlements européens (OGM, *Novel Food*, Eau, REACH, pesticides, Profils nutritionnels en cours) sont nombreux et structurants quoique, dans bien des cas, ressentis comme des contraintes plutôt que comme des moteurs du développement.

La directive cadre sur l'utilisation durable des pesticides, qui complète la réforme des procédures d'homologation, prévoit la généralisation, d'ici 2014, des méthodes de « protection intégrée des cultures », visant à n'utiliser les pesticides qu'en dernier recours, au bon moment, en complément d'autres techniques de prévention et de protection. Le défi est colossal pour le monde agricole. Les recherches et expériences de terrain tendent à montrer qu'une réduction importante de l'usage des pesticides est possible en maintenant des rendements élevés, à condition de repenser, en profondeur, les systèmes de culture qui reposent trop souvent sur la spécialisation des productions et le recours aux intrants chimiques.

La directive cadre européenne sur l'eau (2000) précise clairement les objectifs et les actions à conduire pour la gestion, la protection et l'aménagement des ressources en eau en Europe, pour le domaine des eaux superficielles comme pour les eaux souterraines ou côtières.

La Directive REACH (*Registration, evaluation and authorisation of chemicals*) modifie l'évaluation, l'autorisation et les usages des substances chimiques et introduit des contraintes nouvelles considérables dans les domaines de la protection des cultures, de la transformation des produits agricoles et de leur consommation¹⁶.

¹⁴ Les ERA-Net sont des outils qui ont vu le jour grâce à la Commission européenne face aux difficultés rencontrées pour couvrir les besoins de financement des projets collaboratifs de R&D. L'action sert également à rehausser la complémentarité et les synergies entre le PCRDT et les activités menées dans le cadre de structures intergouvernementales.

¹⁵ SCAR : http://ec.europa.eu/research/agriculture/scar/index_en.cfm?p=3_mandate

¹⁶ En France, chaque année, les contrôles décèlent la présence de résidus, à de très faibles doses, dans la quasi-totalité des produits alimentaires testés ; dans environ 5 % des cas, les limites réglementaires sont dépassées. Les pesticides sont gérés par la directive 91/414.

2.2.3 Eléments de prospective de recherche

Les travaux du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC 2007), de la FAO (*Food and Agriculture Organization*) sur l'élevage animal (2006) et du *Millenium Ecosystem Assessment* (2005)¹⁷ soulignent la nécessité d'adapter rapidement nos systèmes agricoles et alimentaires aux évolutions de long terme prévisibles (changement climatique, érosion de la biodiversité, etc.). Différentes prospectives, comme la prospective AgriMonde sur les systèmes alimentaires mondiaux¹⁸, ont mis en lumière l'importance combinée de l'évolution démographique et de l'évolution des régimes alimentaires, cette dernière déterminant, dans une large mesure, l'accroissement de la demande alimentaire. De façon plus subtile, les rapports des sociétés à leur alimentation, à l'agriculture et aux ressources naturelles (dont l'eau) changent au fur et à mesure qu'elles s'urbanisent et que le lien au milieu rural se modifie. Cette situation est naturellement différente selon les pays, leur degré actuel d'urbanisation, leur densité de population et leur biogéographie.

Le développement des biotechnologies, notamment des cultures de plantes génétiquement modifiées, s'est poursuivi de façon contrastée : très rapidement en Amérique du Nord et du Sud ; à un rythme plus modéré, mais qui semble s'accélérer, en Asie - notamment en Chine et en Inde - et en Afrique ; de façon très lente sinon nulle en Europe où la transgénèse et le clonage sont acceptés comme outils de recherche mais non comme vecteurs d'innovation. En Europe, l'évolution prévue de la PAC, en 2013, et la place jusqu'ici accordée à l'innovation, notamment aux biotechnologies, constituent des facteurs d'incertitude. Le développement des biotechnologies a également ouvert de larges perspectives pour la sélection et l'adaptation des variétés et des espèces d'intérêt. Introduire de nouvelles résistances aux maladies, de nouveaux caractères de rusticité ou de tolérances aux stress, pour des plantes moins exigeantes en pesticides ou en engrais paraît, plus que jamais, dans le champ des possibles. Le défi de connaissance sur les sciences du vivant développe ces perspectives.

En alternative à la chimie, l'agriculture devra, de plus en plus, utiliser les régulations biologiques et intensifier les processus écologiques. Un enjeu majeur est donc de développer une ingénierie agro-écologique. Dans le domaine des produits de la mer, la société demande tout à la fois un accès large aux ressources et une préservation des stocks des espèces exploitées.

¹⁷ L'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (EM) a été conduite entre 2001 et 2005 pour évaluer les conséquences de l'évolution des écosystèmes sur le bien-être de l'Homme.

¹⁸ Prospective Agrimonde (2008), agriculture et alimentation du monde en 2050, INRA/CIRAD (<http://www.inra.fr/internet/Unites/unite-prospective/agrimonde.html>).

2.3 Analyse synthétique

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> • Premier secteur industriel français, les industries agro-alimentaires demeurent relativement peu sensibles aux délocalisations (80% des produits alimentaires consommés sont produits en France). L'ensemble du secteur participe, de façon très positive, à la balance commerciale (un peu plus de 9 G€ de solde positif en 2007). La stabilité à long terme des volumes, le fait que les aliments soient essentiellement des produits de nécessité, l'existence de marques fortes et le maintien d'une bonne proximité entre le monde agricole et les consommateurs sont autant d'atouts à préserver. • Le système national de recherche pour ce défi est le plus puissant en Europe¹⁹, avec plusieurs organismes publics dédiés possédant des missions particulières (INRA, CIRAD, IRD, CEMAGREF, IFREMER, AFSSA, InVS) et bénéficiant d'un fort ancrage territorial et de fortes contributions, en amont, de la part des opérateurs de recherche que sont les universités et le CNRS. Ce système est également original par l'existence de centres et instituts techniques spécialisés regroupés dans deux réseaux bien visibles que sont l'ACTA pour la production des ressources et l'ACTIA pour la transformation des produits de l'agriculture. Ces centres et instituts techniques ont été « qualifiés » par leurs ministères de tutelle pour leur pertinence et leur excellence au cours des deux dernières années. • Les plateformes thématiques, les infrastructures expérimentales et les bases de données partagées dans les différents domaines du défi constituent, à cet égard, une base indispensable au travail d'analyse et de modélisation. Elles contribuent à la structuration des communautés scientifiques en alimentation et nutrition humaine (centres de recherche sur la nutrition humaine-CRNH), en santé animale, dans le domaine de l'observation, sur le long terme, des agro-écosystèmes. • La compétence de la recherche française pour le développement des pays du Sud est une originalité au plan européen. Elle permet, d'une part, une influence et un rayonnement de niveau mondial qui devrait être davantage utilisé par l'Europe et, d'autre part, de percevoir les évolutions mondiales susceptibles de posséder une influence en France. • Enfin, la formation des cadres est au meilleur niveau et largement copiée dans le monde avec des écoles d'ingénieurs dédiées. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bien que première industrie française (>10 000 entreprises), les industries alimentaires sont toujours en situation de fragilité en raison de leur hétérogénéité et leur dispersion (seulement 10 % ont plus de 250 salariés) en tailles comme en métiers, et l'obligation où elles se trouvent d'innover en permanence pour s'adapter aux contraintes réglementaires en constante évolution, aux demandes des consommateurs et aux exigences de la distribution. La rentabilité entre 5 et 6 % est jugée faible par les investisseurs et les PME souffrent d'un manque chronique de capitaux propres et d'une faible capacité à investir dans la R&D (moins de 1 % de leur chiffre d'affaires en moyenne). Il en résulte une forte dépendance globale aux financements publics (ANR, CIR, FUI, OSEO, PCRDT, etc.). Parallèlement, ces entreprises sont fortement dépendantes de distributeurs très concentrés ce qui les place en position de faiblesse. • Le dispositif national de recherche, formation, innovation et développement reste géographiquement dispersé, institutionnellement fragmenté et cloisonné (entre recherche et développement comme entre recherche et enseignement supérieur) et l'implication de la recherche agronomique dans la formation initiale et continue se situe en deçà des standards internationaux. Un rapprochement plus marqué entre les organismes de recherche et l'enseignement supérieur agronomique permettrait de dépasser ces contraintes.²⁰ • La dispersion géographique du dispositif, qui résulte de l'histoire ainsi que d'un réel besoin de répartition sur l'ensemble du territoire national, est un frein à la réactivité scientifique et technique. Elle est notamment un handicap en terme de visibilité européenne et internationale. L'existence de 14 pôles de compétitivité concernés par le défi « Alimentation » est révélatrice de l'ancrage territorial de ce secteur mais également de sa fragmentation. Le bilan établi en 2008 est d'ailleurs mitigé pour certains de ces pôles « agro-alimentaires ». • Des disciplines scientifiques indispensables à ce défi, comme la toxicologie et l'écotoxicologie, sont faibles en France.

¹⁹ Analyse approximative (y compris pêche et forêt) de 2007 dans le cadre du projet *EU Agri mapping*, de l'ordre de 7000 chercheurs et ingénieurs et de 1000 enseignants-chercheurs travaillent sur ce défi.

²⁰ Rapport sur la création d'un consortium de coopération scientifique pour l'agriculture, l'alimentation, l'environnement et le développement durable : opportunité, faisabilité, missions, organisation. Bernard Chevassus-au-Louis, octobre 2008.

Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> • Les liens entre la recherche, le développement et la R&D industrielle sont encore trop faibles. Les ministères concernés (MESR/DGRI et MAP/DGER surtout) ont agi efficacement pour le rapprochement de la recherche amont et la recherche de développement (Centres techniques), par la création d'Unités mixtes de technologie (UMT) et, plus récemment, par la mise en place de Réseaux mixtes de technologie (RMT) positionnés sur les priorités identifiées dans le présent défi. • Au niveau des organismes de recherche, la Cour des comptes souligne depuis longtemps des doublons et des redondances. Le CIRAD et l'INRA ont engagé une action commune. Une telle dynamique pourrait être fortement encouragée par les tutelles, en passant par la coordination et le développement des actions du Programme 187 de la MIREs. Le rapprochement entre enseignement supérieur et recherche agronomique (au sens large), est lui aussi engagé (EPCS dédié, cf. note infra), il convient de l'accompagner politiquement et budgétairement. La création, en 2007, du RTRA Agropolis Fondation de Montpellier, (seul réseau de ce type sur ce domaine), d'une part, et l'organisation d'un grand pôle francilien²¹ sur le Plateau de Saclay d'autre part, sont deux éléments structurants majeurs. • La mise en place d'observatoires de recherche en environnement (ORE : voir défi « Sciences de l'environnement »), engagée en 2003, est un atout important pour le défi « Alimentation » dans sa vision de systèmes intégrés, qu'il convient de poursuivre et d'amplifier, pour réunir des compétences multidisciplinaires et des moyens permettant de tester les approches systémiques intégrées à la bonne échelle, dans l'espace et le temps. • Dans le domaine de l'eau, la recherche publique française qui est particulièrement riche d'expériences et de compétences, devra se rapprocher davantage des grands acteurs sociétaux et économiques : usagers (associations, comités locaux, etc.), décideurs locaux, nationaux ou internationaux (collectivités, agences de l'eau et ONEMA, États, institutions internationales, bailleurs de fonds) et partenaires privés. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les progrès qui pourront être accomplis grâce à des approches systémiques, à haute densité environnementale, restent néanmoins difficiles à prévoir précisément, en particulier sur l'échelle des temps. Si les approches d'ingénierie agro-écologique ne sont pas développées avec une rapidité suffisante, il existe un risque fort de perte de compétitivité pour l'industrie alimentaire comme pour l'agriculture. • Faiblesse récurrente des investissements en biotechnologies (blanches et vertes) qui sont l'un des principaux vecteurs d'innovation pour des applications dans le champ du défi. Incertitudes quant à l'avenir des plantes génétiquement modifiées.

²¹ Pôle avec quatre thématiques principales : ingénierie agroalimentaire et non-alimentaire, microbiologie, nutrition ; ressources, environnement ; sciences animales, physiologie, génétique et biodiversité ; sciences végétales, biologie, génétique et biotechnologies.

3 L'ANALYSE STRATEGIQUE

3.1 La problématique stratégique sur le défi

La stratégie de recherche et d'innovation sur le défi peut se décliner en trois axes majeurs :

- **Maintenir et même accroître la confiance du consommateur dans les produits alimentaires que lui fournissent notre agriculture et notre industrie alimentaire.** Les parties prenantes doivent faire en sorte que l'image que se font les consommateurs de leurs aliments (valeur nutritionnelle, origine, processus de production et de transformation, information, etc.) corresponde à la réalité de la production et de la transformation.
- **Augmenter de manière significative la valeur « environnementale » des produits alimentaires et évaluer le coût en termes d'impact sur l'environnement** (problème de la délocalisation des productions ou d'exportation lointaine des pollutions).
- **Mesurer et chiffrer économiquement la valeur ajoutée des biens non-marchands par ces industries et surtout par l'agriculture** (entretien des espaces, paysages, remédiation, stockage du carbone, etc.).

3.2 Les orientations stratégiques

- **Développer de nouveaux systèmes de production alimentaire (industrie et agriculture) et l'ingénierie agro-écologique en intégrant les progrès de connaissances issus des recherches disciplinaires et en évaluant la valeur économique et sociétale des biens non-marchands apportés par la production alimentaire et non-alimentaire.**

Formaliser les progrès de connaissance dans des modèles de simulation et mettre en œuvre ces modèles pour étudier les itinéraires technologiques des aliments. C'est là un défi majeur de recherche, devant notamment permettre de consolider des outils d'ingénierie des produits et procédés, seuls à même de raisonner l'équilibre et le consensus d'enjeux sanitaires, nutritionnels, organoleptique et de compétitivité. Les questions sont parallèles mais assez similaires pour la transformation des produits agricoles à des fins non alimentaires, questions couvertes par d'autres défis.

Explorer le potentiel de nouvelles voies technologiques (industrielles et domestiques), économes en effluents, en énergie, assurant une maîtrise meilleure de l'impact chimique et biologique : biotechnologies, vecteurs physiques, combinaison de traitements. Conservation maîtrisée, en frais, sous emballage, durée de vie augmentée, sans chaîne du froid (ou minimale), traçabilité.

Concevoir, évaluer et diffuser des systèmes intégrés de production agricole (au plan des rendements et économique) à haute performance environnementale dans un contexte de réduction des intrants chimiques et de non emploi de certaines biotechnologies vertes). Cette diversification « emporte avec elle » des défis agronomiques, d'amélioration des plantes, mais également dans le domaine de la collecte et de la transformation).

Développer les biotechnologies (vertes et blanches) dans des systèmes de production et de transformation pour des méthodes alternatives à la chimie (molécules élicitrices des maladies par exemple).

Promouvoir une gestion intégrée de l'eau (usages, acteurs, etc.).

Développer les recherches sur la « bioraffinerie », considérée à la fois comme le nœud des interactions entre agriculture et transformation et comme un aiguillage entre usages alimentaires et non alimentaires des produits agricoles et forestiers.

- **Développer la confiance du consommateur, l'acceptabilité et la sécurité des produits, la compréhension de la valeur « santé », pour les différents segments de la consommation.**

Comprendre les mécanismes chimiques, physiques, biologiques ou combinés mis en œuvre dans les opérations unitaires qui composent la chaîne de transformation. L'ensemble de la chaîne allant de la conception des ingrédients et de leurs assemblages, à la transformation, la conservation (emballage compris), la distribution de l'aliment fini et l'usage effectif qu'en fait le consommateur, doit être désormais regardé dans une approche de type « système intégré ». Repenser les liens entre les consommateurs et l'origine de leurs aliments afin de combler la perte de confiance liée aux crises sanitaires des dernières années, à l'évolution de l'agriculture vers des formes plus intensives et à l'industrialisation du secteur agroalimentaire. Développer la connaissance de maladies dites « exotiques » susceptibles d'arriver sur le territoire (santé animale et zoonoses, microbiologie, virologie).

Connaître les besoins nutritionnels de l'homme sain et de segments spécifiques de population (nourrissons et jeunes enfants, femmes en âge de procréer avant et pendant la grossesse et allaitantes, personnes âgées) et les traduire en recommandations alimentaires en vue de prévenir certaines grandes pathologies (obésité, cancers, maladies cardio-vasculaires, diabète, etc.). Identifier les leviers pour toucher les populations à risques.

Améliorer la qualité nutritionnelle des aliments. Élaboration de la (micro-méso-macro) structure des aliments et de leur rôle dans le système digestif humain (rôle sur la biodisponibilité des nutriments).

Connaître et comprendre les modes de consommation et identifier les déterminants de leur image chez les consommateurs par une articulation des recherches en biologie et en sciences sociales. Développer les études « épidémiologiques » et les études d'intervention pour évaluer l'impact de l'alimentation sur la santé.

Maîtriser la sécurité chimique, biologique et microbiologique des aliments et de l'eau ainsi que les sources éventuelles de risque sanitaire et analyser la perception et l'acceptabilité des nouvelles technologies dans le domaine alimentaire.

- **Dans une vision européenne, concentrer et simplifier notre système de recherche et de formation (pôles nationaux) et accentuer la liaison entre recherche conceptuelle amont et recherche applicative (Centres et Instituts techniques), sans perte de compétences.**

Renforcer les instruments permettant de lier recherche – formation – innovation et développement, au plan national comme au plan international : Unité mixte technologique (UMT), postes à l'interface R&D ; Établissement public de coopération scientifique (EPCS) agronomique.