

Attention ! Ce rapport est un document de travail qui n'engage
ni l'Académie des Technologies, ni l'Académie d'Agriculture
de France

**PROGRES TECHNOLOGIQUES
AU SEIN DE LA FILIERE CEREALES ET OLEAGINEUX
IMPACT SUR LA QUALITE DES GRAINS ET GRAINES**

ANNEXE AU
RAPPORT COMMUN DE L'ACADEMIE DES TECHNOLOGIES ET DE
L'ACADEMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

Version du 24 Novembre 2004

1. INTRODUCTION

1.1 Objet du travail	p.3
1.2 Perspectives historiques	p.4
1.3 les productions céréalières et oléagineuses en France	p.8

2. CARACTERISTIQUES GENERALES DES FILIERES GRAINS ET GRAINES

2.1 le domaine concerné	p.9
2.2 aspects économiques des filières céréales	p.12
2.3 aspects économiques des filières oléagineux	p.16
2.4 Le cadre réglementaire	p.18
2.5 Dispositifs de recherche et développement	p.22

3. PRINCIPALES INNOVATIONS DES DERNIÈRES DECENNIES

3.1 Introduction	p.25
3.2 Sélection	p.30
3.3 Techniques culturales	p.37
3.4 Stockage	p.46
3.5 Première et deuxième transformation	p.49
3.6 Conditionnement – distribution	p.62

4. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES ÉVOLUTIONS EN COURS

Concentration et uniformisation des moyens de production	p.65
De nouvelles attentes des consommateurs	p.66

5. RECOMMANDATIONS

p.71

1.Introduction

1.1Objet du travail, modalités d'organisation, auteurs

L'étude présentée dans ce document a été réalisée à la demande de l'Académie des Technologies et l'Académie d'Agriculture de France dans le cadre des travaux qu'elles ont engagés pour repérer l'impact de l'évolution des technologies sur la qualité sanitaire, nutritionnelle et organoleptique des aliments. **Pierre Feillet** a été mandaté comme maître d'oeuvre, et a proposé d'organiser différents groupes de travail, par filière.

Ce travail concerne les filières céréales et oléagineux. Il a été élaboré sous la responsabilité de **Joël Abécassis**, ingénieur de recherche à l'INRA/UMR-IATE (Ingénierie des Agropolymères et Technologies Emergentes) et **Georges Vermeersch**, directeur de la prospective et des innovations de SOFIPROTEOL – l'établissement financier de la filière oléagineuse - qui ont largement contribué à sa rédaction et à sa relecture, mais ont également mobilisé des experts dans chacune de ces filières :

Il s'agit de :

Jean-Luc Baret , entreprise J.SOUFFLET S.A	meunerie, maïserie, rizerie
Gérard Branlard , INRA –SGAP	génétique – qualité des blés
Stéphane Brillault , Grands Moulins de Paris	meunerie-boulangerie
Michel Chauvet , INRA, Agropolis-Museum	ethnobotanique
Win Degreyt , De Smet Technologies et Service	transformation huilerie
Alain Huertas , Lesieur	raffinage, distribution
Bruno Jarry , Tate and Lyle	amidonnerie
Jean-Charles Leblanc , INRA-INA-PG	toxicologie
Hubert Maitre , Lesaffre	levures, additifs
Michel Parmentier , ENSAIA	transformation, nouveaux process
Xavier Pagès , ITERG	trituration
Etienne Pilorgé , CETIOM	production oléagineux
Philippe Roussel , ENSMIC	boulangerie
Jacques Sale , FFCAT	stockage
Frédéric Staat , Institut des Corps Gras	filière oléagineuse
Claude Tabel , RAGT	sélection céréales et oléagineux
Gilles Thévenet , ARVALIS	production céréales

Le secrétariat du groupe était assuré par **Christian Bourdel** (Agropolis-Museum).

L'ensemble du groupe a été réuni à quatre reprises – les 5 mars, 18 mai, 8 juillet et 22 octobre 2004.- pour dresser un premier panorama, s'entendre sur un projet de plan, convenir des contributions individuelles ou par groupe, puis rediscuter d'un projet de document.

Le lecteur voudra bien excuser certaines hétérogénéités dans la présentation et le style de rédaction. Ce facteur est à relier à l'importance et la diversité des contributions qui ont été apportées. On pourra aussi repérer des points de vue non totalement convergents sur certains sujets. Les coordinateurs ont préféré laisser s'exprimer cette diversité, plutôt que de produire un texte trop lissé, qui ne rendrait pas compte de la richesse des échanges que ce travail a suscités.

1.2 Perspective historique

1.2.1 Les céréales à la base des civilisations

Les céréales fournissent une bonne part des glucides nécessaires à l'alimentation humaine. D'autres catégories d'aliments y contribuent aussi, comme les tubercules féculents, les fruits ou les moelles et sèves d'arbres. Mais les céréales offrent l'immense avantage de produire naturellement des grains à haute teneur en matière sèche (85-90%), ce qui leur procure plusieurs avantages comparatifs par rapport aux tubercules, dont la teneur en matière sèche est de l'ordre de 30%.

Le premier avantage est que les grains étant en vie ralentie, ils peuvent se conserver plus facilement. Tant qu'ils restent secs, ils sont dormants, et ont besoin d'être humectés pour germer. Cette capacité permet de stocker les céréales plusieurs années sans problème majeur. Au contraire, les tubercules pourrissent facilement, et reprennent un nouveau cycle de végétation au plus tard l'année suivante.

Second avantage, les céréales se transportent plus facilement que les tubercules. Ces différences relatives au stockage et au transport ont eu des conséquences historiques et socio-économiques considérables. Dans les régions du globe où l'alimentation est basée sur des tubercules, le stockage se fait au niveau de la famille ou du village, et l'organisation sociale est restée largement locale. Par contre, les céréales ont pu très tôt être appropriées par des chefs ou des rois, qui ont créé des entrepôts, ce qui leur permettait à la fois d'entretenir des guerriers, des fonctionnaires et des prêtres, et de redistribuer des céréales lors des années de disette ou des périodes de soudure entre récoltes. On voit ainsi apparaître, en particulier au Proche-Orient, de petits royaumes qui s'agglomèrent jusqu'à devenir des empires, les surplus de céréales constituant la base matérielle de la diversification des sociétés, de l'émergence des villes et de l'histoire de nos civilisations. Ce que nous a légué la civilisation de l'Égypte antique repose sur l'accaparement par les pharaons d'une partie importante des céréales produites par les paysans.

La botanique et l'origine des céréales

Au sens strict, on qualifie de céréales les grains produits par des plantes de la famille des Graminées. Par extension, on qualifie aussi de céréales - certains préférant alors parler de pseudo-céréales - les grains ou graines riches en amidon produits par des plantes relevant d'autres familles botaniques, comme le sarrasin (Polygonacées), le quinoa et autres chénopodes (Chénopodiacées) ou les amarantes (Amaranthacées).

Les espèces importantes proviennent d'un nombre limité de centres d'origine. Deux blés (engrain et amidonnier) et l'orge font ainsi partie des plantes fondatrices de l'agriculture dans le Croissant fertile du Proche-Orient. Vont ensuite s'y ajouter au cours des millénaires des types de blé nouveaux, le blé tendre et l'épeautre par hybridation de l'amidonnié cultivé avec un *aegilops* (sauvage), le poulard et le blé dur par mutations et évolution des amidonniers, et enfin le seigle et les avoines diffusés d'abord comme adventices des premières céréales.

(voir : <http://museum.agropolis.fr/pages/expos/egypte/fr/cereales/index.htm>)

En Chine du Nord, ce sont deux millets (*Setaria* et *Panicum*) qui ont contribué aux débuts de l'agriculture, le riz étant lui au départ une céréale tropicale domestiquée en plusieurs lieux du sud de l'Asie, et que les Chinois ont adopté lors de l'expansion de leur culture vers les régions tropicales du sud de la Chine actuelle.

En Mésoamérique (Mexique et Guatémala), c'est un *Setaria* qui va également participer aux débuts de l'agriculture, pour disparaître plus tard au bénéfice du maïs. Le maïs - ou plutôt son ancêtre le téosinte - a en effet probablement d'abord été cultivé comme légume, ou sous forme de grains immatures éclatés, les utricules de téosinte étant trop dures pour être transformées comme céréale.

En Afrique subsaharienne, deux autres espèces, le sorgho et le mil à chandelle, vont également être domestiquées, à une époque difficile à déterminer par manque de données archéologiques.

Enfin, il convient de mentionner le vaste groupe des millets, qui comprend une vingtaine d'espèces dont le point commun est de donner de petites grains ronds utilisés souvent sous forme entière.

La diffusion des céréales va ensuite connaître des fortunes diverses, certaines comme le tef restant pratiquement endémique d'Ethiopie, d'autres comme le sorgho, le mil à chandelles et l'éleusine passent d'Afrique en Asie. Le blé tendre va se répandre d'abord dans toute l'Eurasie tempérée jusqu'en Chine du Nord, ainsi que dans le nord de l'Afrique ; puis, après les grandes découvertes, il va connaître une diffusion mondiale dans toutes les zones tempérées et méditerranéennes, mais aussi dans les hautes terres tropicales.

La diffusion du maïs et du riz est encore plus spectaculaire, transgressant les barrières climatiques.

Diversité des qualités et des usages

On trouve au sein des espèces une grande diversité de caractères technologiques, qui ont pu être retenus en fonction des préférences culinaires locales. Dans le sud de l'Asie par exemple, le goût pour les céréales "gluantes" - c'est-à-dire à amidon riche en amylopectine - a conduit les populations locales à préférer les riz gluants, mais aussi à sélectionner des variants gluants au sein d'autres espèces, comme des millets, du sorgho et même du maïs. La présence dans le sud de l'Asie de ce maïs dit "waxy" a même longtemps servi d'argument aux historiens pour affirmer que le maïs était présent en Asie avant Christophe Colomb, car il n'était pas connu en Amérique précolombienne.

Les céréales gluantes servent à faire divers gâteaux, raviolis... mais entrent aussi dans la préparation de boissons fermentées (des "bières"), pour lesquelles certains cultivars colorés sont souvent préférés (Afrique, Asie).

Les premiers aliments obtenus avec les céréales ont probablement été des bouillies, dont il existe une grande diversité : plus ou moins liquides ou épaisses, fermentées ou non, élaborées avec des grains entiers, des gruaux, de la semoule ou de la farine. Les premières bières connues en Mésopotamie et en Egypte étaient obtenues à partir de bouillies cuites, voire de pain. Les "vins" ou "bières" de riz asiatiques dérivent aussi de riz cuit. De nos jours, la plupart des bières sont élaborées après maltage des grains (germination suivie de grillage).

Les pains primitifs, faits d'orge, d'amidonnier ou plus tard de blé dur sont faits avec une pâte qui subit une fermentation mais ne lève pas ou peu, ce qui fait que les Européens les appellent souvent "galettes". De tels pains restent appréciés dans de nombreuses régions du monde, et on peut y inclure les tortillas de maïs. Comme l'on sait, seul le blé tendre contient du gluten en

qualité et quantité suffisante pour lever et donner la structure alvéolée si appréciée chez les pains européens, qui commencent à apparaître dès la Rome antique.

Les pâtes alimentaires forment un monde à elles seules. Fabriquées en Europe essentiellement à partir de blé dur (encore qu'on en connaisse aussi de poulard et de blé tendre), elles sont plus diversifiées en Asie, où l'on trouve surtout des pâtes de blé tendre, mais aussi de riz, de sarrasin ou faites de mélanges entre céréales et légumes secs (fréquents en Inde). On connaît également en Chine des pâtes de gluten de blé tendre, dont on a éliminé l'amidon par lavage.

La consommation des grains entiers est caractéristique du riz, dont c'est l'usage de loin le plus important. Mais les pays arabes connaissent divers types d'aliments à base de blé ou d'orge mondé, certains étant faits avec des grains immatures. En Europe, on a utilisé aussi l'orge mondé ou perlé, alors que l'avoine était surtout écrasée.

La diversité des aliments obtenus à la suite d'un concassage ou d'une mouture (sous forme de farine ou semoule) est trop grande pour être résumée ici. De nombreux produits traditionnels utilisent l'étuvage ou le grillage, qui ont l'avantage de stabiliser le produit et de raccourcir le temps de cuisson final, voire de le supprimer.

L'étude et l'inventaire de ces produits traditionnels est loin d'être complet, et mériterait d'être poursuivi à une époque où la mondialisation et l'intérêt pour la diversité culinaire les font apparaître sur nos tables. Ces produits ont aussi l'intérêt d'être adaptés aux coutumes alimentaires locales, ce qui est à considérer dans une perspective de développement durable et de maintien de la diversité culturelle.

L'histoire moderne des céréales

Au niveau de la production, l'histoire d'une céréale comme le blé peut se résumer par le constat d'un accroissement considérable des rendements, qui sont passés de 10 à 100 quintaux/ha en cent ans. Ce bouleversement s'explique par l'amélioration des pratiques culturales, l'apport considérable d'intrants comme les engrais minéraux, la mécanisation et l'impact de la sélection variétale. C'est en effet le blé qui a été (avec la betterave sucrière) l'une des premières espèces qui ont bénéficié de la sélection raisonnée, inaugurée en France par les Vilmorin au milieu du XIX^e siècle. Le maïs va suivre dans les années 1930 avec la création d'hybrides F1 aux Etats-Unis, la sélection du maïs lui permettant par ailleurs d'élargir la zone climatique où il était cultivé (en France à partir des années 1950). Dans les régions tropicales, le rôle des fondations états-uniennes (devenues Centres internationaux de recherche agricole ou CIRA) allait être déterminant après guerre, à Manille (IRRI, Philippines) pour le riz et à Mexico (CIMMYT, Mexique) pour le blé. Ces nouveaux cultivars vont être à la base de la révolution verte, symbolisée par le Prix Nobel accordé à Borlaug, chercheur au CIMMYT, pour ses blés à paille courte.

Du côté de la transformation, l'industrialisation a permis l'émergence de filières nouvelles (amidonnerie, glucoserie...) et le développement considérable de l'industrie alimentaire, entrée dans l'ère du marketing et la création de produits nouveaux. Les procédés industriels ont même permis à une céréale comme le maïs de devenir la principale plante à sucre aux Etats-Unis. Les céréales ont également pris une grande importance dans l'alimentation animale.

Le commerce mondial des céréales a connu de grands changements. Jadis, les échanges restaient relativement limités à l'approvisionnement des grandes villes, ou visaient à

compenser des déficits dus aux aléas climatiques. La révolution des transports a entraîné la mondialisation du commerce des céréales, avec des enjeux économiques et politiques à la mesure de la place des céréales dans l'alimentation.

1.2.2 les oléagineux

Ils fournissent une partie de l'énergie nécessaire au corps, interviennent dans les mécanismes physiologiques d'échange, et fournissent des acides gras essentiels, indispensables à l'organisme. . Les huiles végétales apportent des acides gras insaturés et de la vitamine E, indispensables au bon fonctionnement de notre organisme. Elles fournissent notamment deux acides gras « essentiels », les acides gras linoléique et alphalinoléique, qui doivent être apportés par notre alimentation quotidienne car l'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser. Ces deux acides gras jouent un rôle important dans la prévention des maladies cardio-vasculaires.

Les oléo-protéagineux fournissent en outre des protéines, ces briques de construction du corps ; les protéagineux fournissent l'essentiel, sinon la totalité, des protéines nécessaires pour les populations les plus pauvres de la planète

histoire des huiles végétales

L'histoire des corps gras se confond avec celle de l'humanité. De tous temps, l'homme s'est intéressé aux lipides : dès la préhistoire, en brûlant des corps gras, l'homme des cavernes savait s'éclairer et dans la haute antiquité de nombreux textes anciens témoignent de la connaissance empirique des ancêtres.

Les Egyptiens utilisaient les huiles en cosmétique ainsi qu'en médecine mais aussi pour leur pouvoir lubrifiant (graissage des essieux des chars ou tissage de fibres). Les moulins pour presser les olives étaient connus en Egypte, en Grèce et à Rome. Pline l'Ancien (23-79 après J-C) mentionne dans ses écrits jusqu'à trente remèdes à base de graines de lin (en application interne ou externe) ; et décrit différentes huiles végétales : palme, noisette, sésame, amande et olive.

Depuis des millénaires, les huiles sont employées dans la décoration des murs et des maisons, soit en mélange de couleurs, soit comme produits de protection des fresques.

En Europe, ce n'est qu'à partir du 15^{ème} siècle que l'huile fait son entrée dans l'alimentation comme condiment.

Souvent, quand les graines oléagineuses étaient consommées, c'était simplement écrasées (donc avec leur fraction protéique) et mélangées avec des céréales ou autres. Il semble ainsi qu'à l'époque précolombienne, les Amérindiens consommaient ainsi les graines d'arachide, de courge ou de tournesol, sans en extraire l'huile. De nos jours encore, le sésame est souvent utilisé sous forme de pâte huileuse (le tahina).

Il convient également de rappeler que, avant l'ère industrielle, on ne pouvait consommer comme huiles alimentaires que celles qui ne contenaient pas de principes toxiques ou de goût désagréable, ce qui est le cas de l'olive, du sésame, de la noix ou de la noisette. Par contre, les huiles de Crucifères (navette, colza...) n'ont pu devenir alimentaires qu'avec l'invention du raffinage.

Au 17^{ème} siècle, les corps gras sont plus largement utilisés en gastronomie, symboles de richesse et d'abondance.

Même si les propriétés des corps gras étaient connues depuis très longtemps, il fallut attendre 1815 pour que Michel Eugène Chevreul (1786-1889) prouve la nature chimique exacte d'un corps gras.

Avec la colonisation, au XIXe siècle, les pays européens ont choisi de développer la production d'oléagineux tropicaux dans leurs colonies, ce qui a permis la création de toute une filière industrielle, mais a bridé le développement des oléagineux métropolitains. Au lendemain de la seconde guerre mondiale, ceci a été perçu comme une situation de dépendance, et des programmes de recherche-développement ont permis l'essor d'oléagineux tempérés comme le colza et le tournesol.

Ce n'est pas un hasard si la restructuration est pratiquement achevée dans le secteur des corps gras : elle est le résultat d'une mondialisation déjà ancienne des échanges de grandes matières premières, processus qui a conduit depuis la fin de la guerre à des changements dans les chaînes d'approvisionnement en oléagineux, avec des conséquences politico-économiques considérables:

- jusque dans les années 70, les oléagineux tropicaux occupent une place prépondérante (palme, coprah, arachide)
- à partir de ces années, diminution de la consommation en arachide, liée à la sécheresse au Sahel, à la présence d'aflatoxines dans les tourteaux ; montée en puissance rapide des oléagineux "tempérés", suite aux progrès génétiques et agronomiques (tournesol et colza) avec une période marquée par une compétition très forte entre les grands pays producteurs américains et européens dont essentiellement la France. Campagne de communication d'Unilever sur le tournesol.
- développement récent mais également ultra rapide de la consommation donc de la demande d'huile dans les pays asiatiques surtout, conduisant à de nouvelles tensions sur l'huile de palme : développement fort en Asie du Sud-est (Indonésie et Malaisie) et marginalisation de l'Afrique.
- lutte d'intérêts puissants entre Nord-américains et Européens, arrivée sur le marché des producteurs de soja et tournesol d'Amérique du Sud, émergence des "Dragons" du Sud-Est Asiatique sur les produits d'origine tropicale, tensions d'approvisionnement récents compte tenu du développement de la Chine.
- plus récemment (1995) diversification de l'offre sur des sources d'huiles moins importantes en volume mais à contenu nutritionnel élevé (olive, tournesol et colza haut-oléique, pépins de raisin...)
- enfin prise en compte par le consommateur des messages forts de la nutrition lipidique, aboutissant à l'émergence d'une nouvelle formulation d'huiles, graisses et compléments lipidiques de plus en plus sophistiqués basés sur les teneurs acides gras poly-insaturés (AGPI) et plus précisément encore de la série n-3 (ou ? 3).

1.3 les productions céréalières et oléagineuses en France

La sole céréalière française (9 millions d'hectares) est constituée pour une bonne moitié de blé tendre, suivi du maïs et de l'orge. Le blé tendre se cultive partout en France, mais les principales zones de production sont le Bassin Parisien et ses régions périphériques. Les surfaces en blé dur sont en revanche limitées géographiquement à la fois pour des raisons naturelles, mais également politiques. En effet, la production de cette céréale est soutenue par des aides spécifiques qui sont réservées à certains départements (zones traditionnelles). Comme le blé tendre, l'orge est cultivée sur l'ensemble du territoire français, mais les principales zones de production sont toutefois concentrées dans le quart Nord-Est de la France. Le maïs grain semé au printemps est plutôt une céréale du sud. Sa première zone de production est le Sud-Ouest qui totalise environ 40 % des surfaces nationales de maïs grain. Des surfaces importantes sont également consacrées au maïs dans l'Ouest de la France, mais avec pour principal débouché l'alimentation du bétail.

Les oléagineux (colza, tournesol et soja) sont cultivés pour leur richesse en huile et en protéines végétales

Les principaux oléagineux cultivés en France sont le colza (de l'ordre de un million d'hectares), et le tournesol (entre 600 000 et 700 000 hectares chaque année).

Le principal débouché des huiles est l'alimentation des hommes, mais elles constituent aussi des matières premières renouvelables et non polluantes pour les carburants et certains produits chimiques. Après extraction de l'huile, les graines oléagineuses donnent du tourteau, riche en protéines, qui est utilisé pour nourrir les animaux d'élevage.

Le colza et le tournesol sont riches en huiles (le rendement en huile dépasse 40%), tandis que le soja est plus riche en protéines et sa composition en acides aminés est bien adaptée aux besoins des animaux d'élevage. Ainsi, le soja, plante traditionnellement cultivée en Asie pour l'alimentation humaine, a connu un essor considérable au cours de la seconde moitié du XX^{ème} siècle grâce au développement de l'élevage intensif.

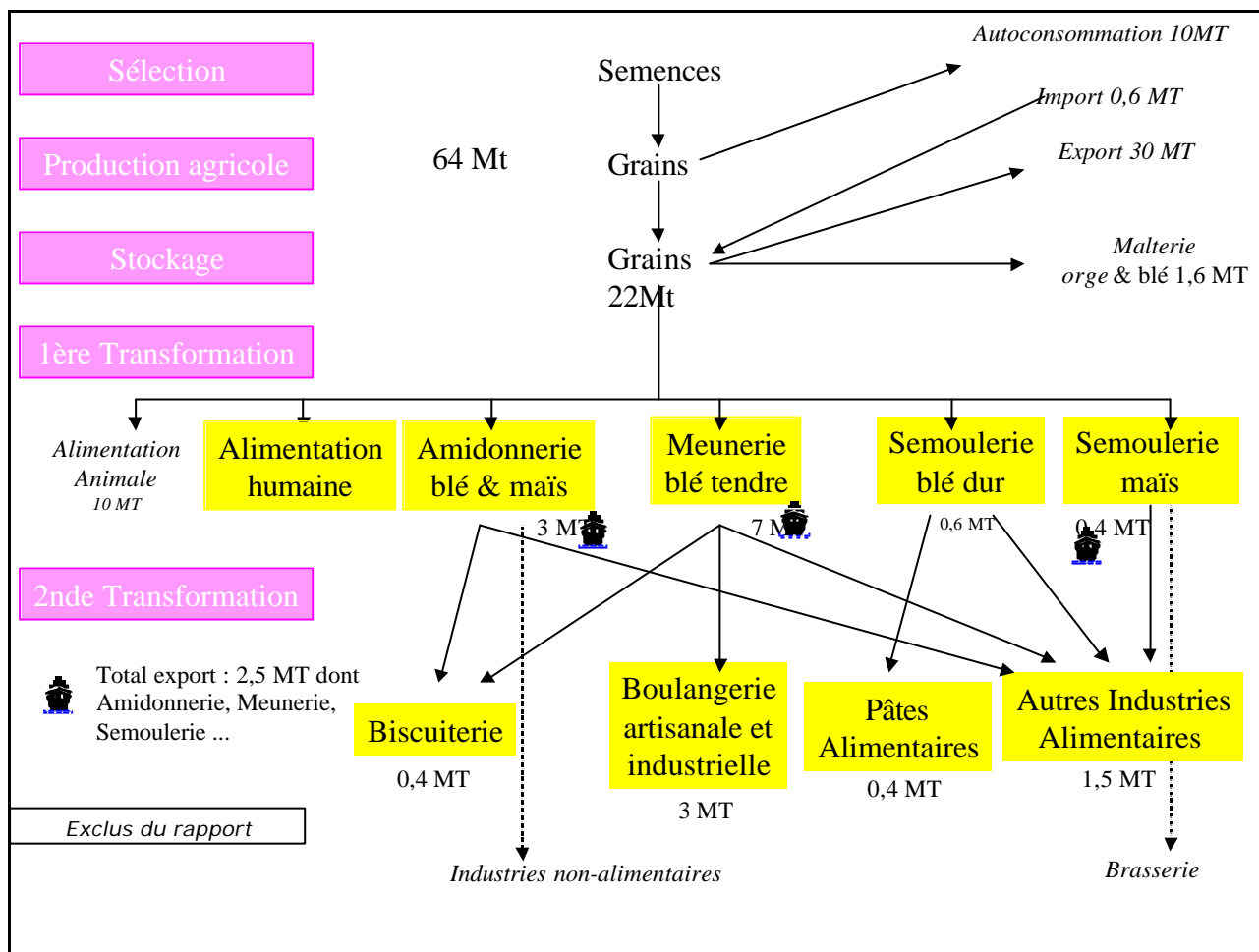
En marge des huiles de graines qui représentent la plus grosse part du marché en volume, les huiles de fruits sont appréciées en alimentation humaine pour leur goût et leurs qualités nutritionnelles. L'huile d'olive est utilisée traditionnellement dans tout le bassin méditerranéen et donc dans le sud de la France. Portée par la réputation du régime méditerranéen et l'intérêt pour les produits du terroir, elle occupe aujourd'hui une place de choix dans les rayons des commerces alimentaires. Plus discrète, l'huile de noix était utilisée traditionnellement dans le centre de la France. Elle est aujourd'hui recherchée pour sa saveur et sa richesse en acide gras omega 3. Les huiles de noisette et d'amande occupent également une place sur le marché des huiles à goût.

2. CARACTERISTIQUES GENERALES DES FILIERES GRAINS ET GRAINES

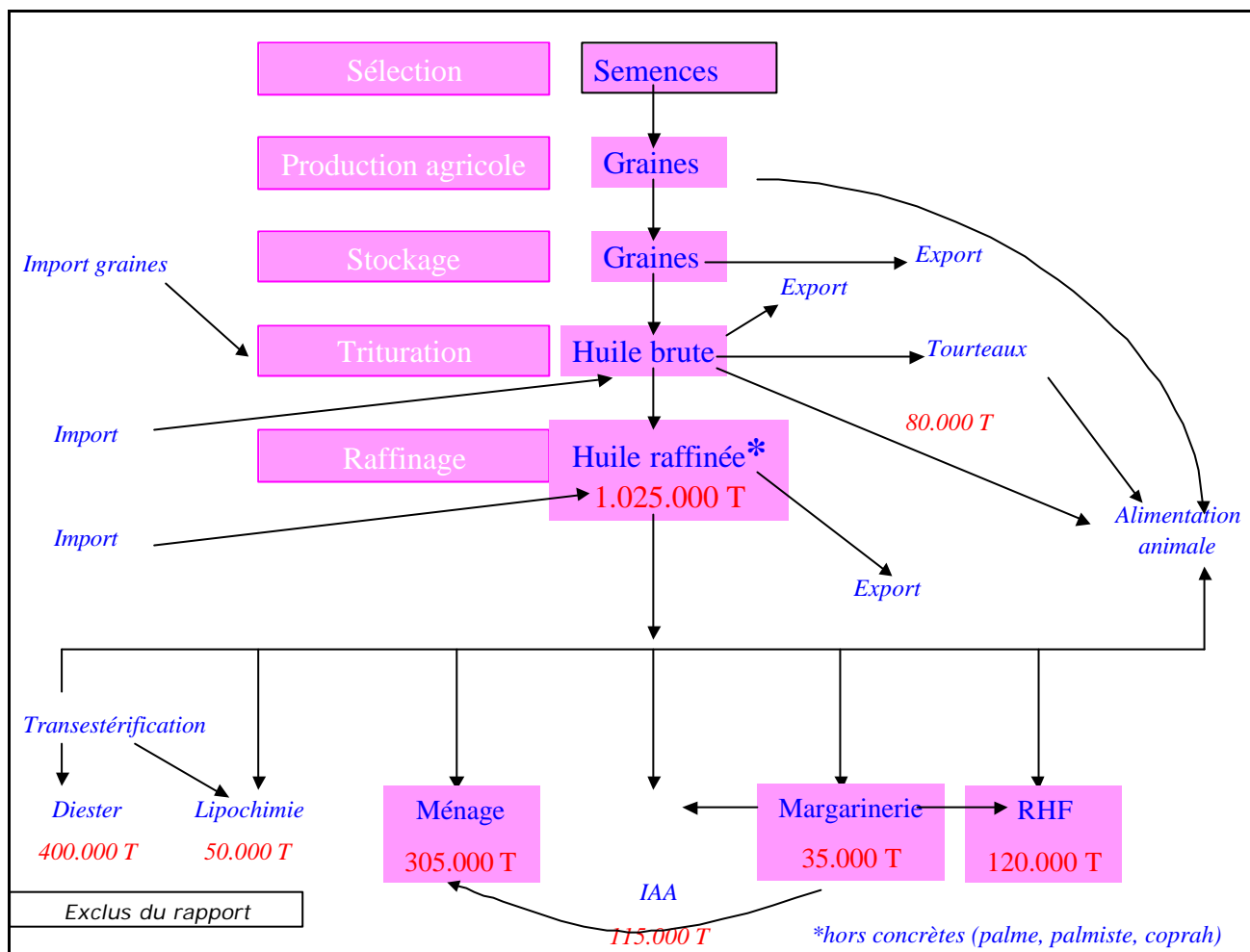
2.1 domaine concerné

Le groupe de travail a examiné l'ensemble des innovations liées aux filières des plantes de grandes cultures (oléo-protéagineux et céréales). Cependant, compte tenu de la diversité des emplois de ces produits dans l'alimentation, l'examen s'est limité, pour ce qui concerne l'aval des filières, aux industries de première et deuxième transformation de ces produits, sans explorer toutes les IAA employant les produits de ces transformations.

Les schémas suivants présentent les limites des domaines étudiés.



Filière céréales : domaine concerné



Filière oléagineux : domaine concerné

2.2 aspects économiques des filières céréales

Troisième producteur mondial derrière la Chine et les Etats-Unis, l'Union Européenne produit de l'ordre de 200 millions de tonnes de céréales. La France est le premier état membre producteur, avec 64 millions de tonnes, représentant près de 7 milliards de chiffre d'affaire, soit près de 12% du chiffre d'affaire de l'agriculture ; elle est suivie de l'Allemagne (40 millions de tonnes), puis du Royaume-Uni, de l'Italie et de l'Espagne. Les nouveaux adhérents à l'Union Européenne produisent environ 50 millions de tonnes dont près de la moitié en provenance de Pologne.

Avec un taux d'approvisionnement particulièrement élevé (200 % en moyenne), la France est particulièrement sensible à l'évolution du **débouché de ses exportations** en particulier pour le blé tendre et l'orge. La France exporte chaque année environ 30 millions de tonnes de céréales en grains, un tiers sur les pays tiers (Maghreb, Chine) et 2/3 sur l'Union Européenne (Italie, Espagne).

Les **activités de collecte** des céréales et des oléo-protéagineux concernent un nombre élevé d'entreprises : plus de mille collecteurs sans compter les industries utilisatrices collectant en direct. Ces entreprises réalisent un chiffre d'affaires d'environ 25 milliards d'euros et emploient plus de 30 000 personnes. Elles constituent un ensemble hétérogène sur le plan de la taille, de la structure, de leurs activités et de leur environnement régional. Ces entreprises constituent le maillon économique qui relie les agriculteurs au marché. Elles assurent des fonctions logistiques et commerciales en aval et en amont de la production : collecte et mise en marché des grains, achat et distribution des approvisionnements. 90 % de la collecte totale des céréales sont assurés par les 200 coopératives et les 250 négociants les plus importants. Le secteur coopératif est largement dominant, puisqu'il réalise 70 % de la collecte. L'organisation de la filière céréalière française se caractérise par ce réseau d'organismes stockeurs, coopératives et négociants agréés par l'ONIC. C'est la fonction régulatrice du marché par le stockage qui a été privilégiée. Cette organisation s'appuie sur un système original de financement des stocks de céréales des organismes stockeurs pour permettre le paiement comptant du producteur. Ce mode d'organisation a entraîné la multiplication des capacités de stockage chez ces organismes stockeurs. Cette évolution des capacités s'est faite dans le cadre d'un mouvement de concentration des acteurs qui a répondu à des considérations de rationalisation des structures, mais aussi à des stratégies de diversification dans la transformation des grains pour sécuriser les débouchés.

Le port de Rouen, premier port céréalier européen fait transiter selon les années de 5 à 8 millions de tonnes de céréales. Le commerce mondial des céréales est dominé par de grands négociants internationaux, tels que Cargill, Continental grain, Toepfer, Louis Dreyfus, ... A côté des grands groupes multinationaux, des opérateurs à capitaux français travaillent prioritairement des céréales d'origine française telles que les établissements Soufflet qui représentent le principal exportateur de céréales françaises vendues dans l'Union Européenne, ou encore In Vivo (union nationale des coopératives) ou Lecureur.

Les utilisations des céréales

Dans l'Union Européenne, **l'alimentation animale** est le premier débouché céréalier (plus de 50% des utilisations totales). Les céréales y sont consommées pour moitié directement à la ferme et pour moitié après transformation par les industries de l'alimentation animale. La France occupe la première place de la production d'aliments composés industriels en Europe

(18%) elle est suivie de l'Allemagne, des Pays-Bas, de l'Espagne. Alors que les céréales ne cessaient de perdre des parts de marché depuis 1984 au profit des produits de substitution (PSC), la réforme de la PAC avec la baisse des prix institutionnels a restauré leur compétitivité dans ce secteur. En France, le taux d'incorporation des céréales dans l'aliment composé industriel représente environ 40%. Cette reconquête s'est principalement effectuée au profit du blé tendre, céréale plus disponible et moins chère que le maïs. Le choix de l'une ou l'autre de ces céréales dépend en effet davantage de leur prix relatif que de leur qualité intrinsèque, surtout depuis que l'incorporation d'enzymes a permis d'améliorer l'utilisation des éléments nutritifs du blé par les volailles.

L'industrie française de la nutrition animale réalise un chiffre d'affaires de plus de 5 milliards d'euros et représente plus de 17.000 emplois en milieu rural. Les entreprises de fabrication d'aliments composés répondent à une fonction d'approvisionnement des éleveurs. Leur localisation sur le territoire français est directement liée à celle des zones d'élevage. L'ouest de la France concentre plus de 60% de l'activité du secteur des aliments composés. Ce secteur a connu, en raison de la baisse du nombre de ses clients, et sous l'impulsion d'une recherche constante de compétitivité, une restructuration importante ces dernières années. Celle-ci s'est traduite par une forte baisse du nombre d'entreprises et par une progression parallèle du tonnage moyen (60.000 tonnes). 35% de la production française d'aliments composés est contrôlée par les coopératives de l'Ouest de la France ou de leurs filiales, 10% de la production est assurée par les groupes privés spécialisés en transformation animale essentiellement dans le secteur de la volaille, et 50% de la production est détenue par des privés indépendants ou des groupes et des coopératives spécialisées sur cette seule activité. La valeur ajoutée du secteur n'est pas élevée, car elle correspond à moins de 10% du chiffre d'affaires. L'optimisation des choix de matières premières et les compétences à l'achat apparaissent comme des éléments cruciaux pour sa rentabilité. Les efforts de R&D sont essentiellement assurés en amont dans la filière par les fabricants de premix et les fournisseurs d'additifs qui sont souvent des filiales de grands groupes multinationaux.

Les aliments pour animaux familiers (pet-food) représentent un marché d'environ 2 millions de tonnes. L'activité de ce secteur progresse régulièrement de près de 3% par an, avec une dynamique essentiellement apportée par la fraction aliment sec, de loin la plus utilisatrice de céréales. Il s'agit d'un secteur concentré, la production étant réalisée par une vingtaine d'entreprises dont les leaders sont des multinationales. Le secteur obéit à des contraintes très différentes de celles des aliments pour bétail. Il s'agit de produits de grande consommation, commercialisés en majeure partie par la grande distribution, avec des contraintes de marque et de marketing, comparables aux produits destinés à l'alimentation humaine. Ces entreprises représentent un chiffre d'affaires cumulé de plus de 10 milliards de francs, soit quatre fois moins que le secteur des aliments composés. En revanche, le bénéfice dégagé est seulement deux fois inférieur à celui des fabricants des aliments du bétail.

La meunerie constitue la première voie de transformation des céréales à destination de l'alimentation humaine. L'Union Européenne produit 25 millions de tonnes de farine. La France occupe le premier rang avec 5 millions de tonnes, suivent ensuite trois pays, dont la production est supérieure à 4 millions de tonnes : l'Allemagne, l'Italie et le Royaume-Uni. Comptant plus de 500 moulins, la meunerie française réalise un chiffre d'affaires de 1,5 milliards d'euros et emploie 6.500 personnes. Cette branche d'activité présente une surcapacité structurelle de l'ordre de 15 à 20%. En conséquence, la meunerie dégage une rentabilité limitée. Cependant, la meunerie française est plus concentrée qu'il n'y paraît, puisque les sept premiers groupes (40 unités industrielles) assurent plus de 50% de la production : Nutrixo (Grands Moulins de Paris, Euromill, Intermeunerie), Soufflet, Groupe

Celbert, Grands Moulins de Strasbourg, , Grande Minoterie Dijonnaise. Depuis les années 90, la concentration du secteur a entraîné la fermeture de plus d'un moulin sur quatre et la croissance de la taille moyenne des usines qui atteint aujourd'hui 10 mille tonnes par an. Toutefois, ce secteur souffre toujours d'une surcapacité. Le marché de la farine est mature, il n'a progressé dans son ensemble que de 0,4 % par an au cours des dix dernières années. Il se compose de trois grands sous-marchés de taille équivalente : la boulangerie artisanale (33%), les utilisations industrielles (36%) et l'exportation (30%)

La boulangerie pâtisserie artisanale, seul segment de marché sur lequel s'exprime une bonne rentabilité, convertit 1,8 million de tonnes de farine en 3 millions de tonnes de pains, viennoiseries et pâtisserie. Cette activité se répartit sur plus de 30.000 boulangers artisans et 7.000 pâtisseries et réalise un chiffre d'affaires estimé à 10 milliards d'Euros. En assurant près des ¾ de la distribution de détail, la boulangerie est le métier artisanal qui a le mieux résisté au développement des formes modernes de distribution et des chaînes de point chaud grâce notamment au partenariat d'enseigne noué avec les groupes meuniers (Banette, Festival, Baguépi, etc.) pour supporter des politiques de qualité, de communication et de marketing à destination des consommateurs.

La boulangerie industrielle regroupe environ 250 entreprises qui réalisent un chiffre d'affaires d'environ 2 milliards d'euros et assure près de 20% de la production de produits de panification suivant différentes techniques de fabrication (produits cuits frais, crus surgelés, précuits surgelés). Ce secteur a été à l'origine de la création de chaînes de points chauds (Paul, Brioche dorée, Four à bois, ...) qui avec environ 1500 points de vente ne représentent en France que 5% de la consommation en pain des ménages. En Europe du Nord, ce secteur industriel détient une part de marché nettement plus importante.

L'industrie de **la biscuiterie** réalise un chiffre d'affaires d'environ 2.5 milliards d'euros pour 500 000 T de produits fabriqués. Elle emploie environ 12 000 personnes. La concurrence et la pression de la grande distribution a soutenu l'internationalisation des activités en même temps que la marginalisation de nombreuses PME. Danone leader mondial avec Nabisco contrôle plus de 40 % de part du marché français devant United Biscuit (10%) et Bahlsen (5%).

Les industries de **la semoulerie et des pâtes alimentaires** constituent aujourd'hui un secteur fortement intégré en France. Avec 6 usines, la semoulerie triture environ 0.6 millions de tonnes de blé dur ce qui représente 10% de l'activité des semouleries européennes. Le marché des pâtes alimentaires, important en volume (380 000T), est approvisionné pour les 2/3 par l'industrie française (Panzani, Pasta-Corp, Chiron, ...) et pour 1/3 par des importations italiennes principalement (Barilla...). Il génère un chiffre d'affaires voisin de 0.5 milliard d'Euros. Le blé dur est aussi valorisé sous forme de pâtes fraîches (30 000T) et de couscous (80 000T).

Le marché des **Céréales pour le petit déjeuner** s'est fortement développé au cours de ces dernières années. Il représente un volume de près de 100 000T/an, soit 1.8 kg/an/hab et dégage une valeur de plus d'environ 600 millions d'Euros. Il est dominé par deux grands groupes internationaux : Kellogg's (environ 40% de part du marché national) et Nestlé (25%). La croissance soutenu de ce marché a permis le développement de PME pour satisfaire la demande de produits génériques de la grande distribution (20% de part de marché).

La semoulerie de maïs utilise environ 450 000 tonnes de maïs par an. Les semouliers recherchent des variétés de maïs corné (type Plata) ou corné-denté ayant subies un séchage

aussi doux que possible pour obtenir de bons rendements en semoules. La brasserie représente le principal débouché de cette industrie en absorbant près de 60% des grosses semoules (Gritz). Les céréales pour petit déjeuner constituent le deuxième poste de valorisation (25%) principalement sous forme de corn-flakes élaborés à partir de très grosses semoules (Hominy). Les autres produits (Semoules) sont transformés par cuisson-extrusion sous forme de snack-food. L'Italie est le premier tritrateur européen, mais la France occupe la première place pour l'exportation des semoules principalement vers l'UE. L'activité de la maïserie française génère un CA d'environ 100 millions d'euros et se répartit entre 5 maïseries dont les principales sont situées dans l'Est de la France (Costimex, Champagne-Céréales, MCT, Castelmaïs, Maïserie du Nord).

L'Amidonnerie constitue le principal débouché industriel des céréales. Au niveau mondial, la production d'amidon (environ 50 millions de tonnes dont près des 4/5 produits par les USA) provient à 80 % du maïs. Dans l'Union Européenne (8,4 millions de tonnes), l'amidon de blé a connu une forte croissance et représente aujourd'hui 50%³ des approvisionnements des usines en raison d'une bonne valorisation du gluten, co-produit de cette fabrication. Le secteur de l'amidonnerie est fortement concentré dans l'Union Européenne : Cinq grands groupes (Cerestar, Roquette, Amylum, Avebe et Cargill) assurent plus de 75% de la production. Le chiffre d'affaires de cette industrie représente environ 5 milliards d'Euros. En France, cette industrie réalise un CA d'environ 2 milliards d'Euros et emploie 4000 personnes. L'amidon peut être utilisé en l'état ou fractionné en une multitude de produits. Les débouchés de l'amidonnerie sont nombreux et se répartissent à part égales entre les industries alimentaires (confiserie, boissons, ...) et non alimentaires (papeterie)

Le visage actuel de l'amidonnerie-féculerie en France s'est constitué à partir des années 1980 avec la construction de nouvelles grosses unités utilisant le blé comme matière première. Sa croissance importante a suivi le développement économique général, tirée la croissance de certains secteurs clients (papeterie cartonnerie, fermentation qui viennent largement compenser le déclin des utilisations traditionnelles, textiles et colles par exemple) ainsi que par un contexte économique et réglementaire stable et cohérent.

Au cours des 20 dernières années cette évolution a été principalement marquée :

- Par la croissance régulière des volumes de céréales mises en œuvre. L'amidonnerie française, avec 4,4 Mt de blé et de maïs, utilise 600.000 ha.
- Par le plafonnement de la production de fécule, favorisé par l'instauration de quotas de production.
- Par l'émergence de l'amidonnerie de blé qui succède à la traditionnelle glutennerie de blé. Cette céréale est utilisée pour la fabrication de 60% de l'amidon produit en France.

Au total la production de fécule et d'amidon en France a été multipliée par plus de 4, passant de 628.000 tonnes en 75/76 à 2, 75 Mt en 2003/04.

Le marché français utilise 1,326 Mt d'amidon dont 68% sont produites localement, le reste étant importé. Les utilisations sont réparties pour 52% dans les applications alimentaires (sirops de glucose, dextrose, maltodextrines, amidons modifiés ou non), et pour 48% dans les applications non-alimentaires (papeterie-cartonnerie ; chimie ; pharmacie ; etc.). Plus de 2,1 Mt sont exportées, essentiellement dans l'Union Européenne, mais aussi dans les pays tiers.

La croissance de l'amidonnerie française a largement accompagné l'explosion de la production céréalière, la mise à disposition d'une production nationale de plus en plus abondante et de qualité ayant permis de se passer du maïs américain à partir des années 70, remplacé à fur et à mesure par du maïs français originaire d'abord du Sud-ouest, puis du Nord de la Loire.

La production de blé a accompagné très efficacement le développement de la filière amidon de blé.

Il est évident que ce développement n'aurait pas été possible si la Politique Agricole Commune, à travers ses transformations successives, n'avait mis en place les mécanismes de compensation permettant, vaille que vaille, à l'industrie amidonnière européenne d'accéder à des prix de matières premières à peu près équivalents à ceux prévalant sur les marchés mondiaux.

2.3 aspects économiques des filières oléagineux

L'Europe est un acteur majeur sur le marché des oléagineux : deuxième producteur mondial de colza avec 29% de la production, et troisième producteur mondial de tournesol avec 12% de la production. Dans l'Union européenne, la France est le premier producteur européen d'oléagineux : elle produit 35% du colza et 59% du tournesol communautaires, et la surface occupée par les cultures oléagineuses y représente 14% de la sole grandes cultures.

En revanche, l'Europe est fortement dépendante du continent américain pour son approvisionnement en soja, matière première indispensable en alimentation animale. En effet, les premiers producteurs mondiaux sont les Etats-Unis (74 millions de tonnes en 2002/03), le Brésil (50 millions de tonnes) et l'Argentine (35 millions de tonnes). En comparaison, la production communautaire est bien faible (915.000 tonnes en 2002/03). Ainsi, la France importe 4,5 millions de tonnes de tourteau de soja, majoritairement originaire du Brésil.

La transformation des graines

Le processus qui permet d'extraire l'huile et le tourteau s'appelle la trituration.

La France triture 3,3 millions de tonnes de graines dont 1,5 million de tonnes de colza et 1 million de tonnes de graines de tournesol, ce qui fait de la France le quatrième triturateur européen derrière l'Allemagne, les Pays-Bas et l'Espagne, et le premier triturateur de tournesol devant l'Espagne. La France produit ainsi 17% de l'huile de colza et 32% de l'huile de tournesol européenne.

L'industrie des corps gras regroupe les industries productrices d'huiles végétales (trituration, raffinage, conditionnement) et les margarineries. Dans son ensemble, elle emploie environ 2800 personnes et génère un chiffre d'affaires annuel de 2,3 milliards d'euros pour 2002.

L'industrie française de la trituration est organisée en deux grands groupes : Cargill France à Brest et Saint-Nazaire, et Saipol à Rouen, Dieppe, Compiègne, Bordeaux, Sète et Lezoux. Saipol réalise les deux tiers de la trituration française.

L'industrie du raffinage est un peu moins concentrée. Cargill, Saipol en sont les acteurs principaux. En 2001, les quatre premiers raffineurs employaient 90% des effectifs du secteur et réalisaient 87% des ventes.

En marge de ces groupes qui fournissent des produits standards pour le marché de masse, de nombreuses PME/PMI sont présentes sur des marchés très spécifiques (huiles vierges, huiles à goût, huiles biologiques...), orientés vers des produits à forte valeur ajoutée, gastronomique ou diététique. Ainsi, environ 150 moulins produisent de l'huile d'olive française, tandis qu'une vingtaine de moulins produisent des huiles de noix et de noisette. Il arrive que certains produits «de niche» accèdent au marché de masse : tel est le cas de l'huile d'olive qui est devenue la première huile vendue en France en valeur.

Les utilisations des huiles fluides

Environ 1 million de tonnes d'huiles fluides sont consommées chaque année en France dont 600.000 tonnes dans l'alimentation humaine qui reste leur premier débouché. Environ 450.000 tonnes sont utilisées par les filières non alimentaires dont 90% pour le biodiesel. Enfin, l'alimentation animale absorbe 80.000 tonnes d'huiles fluides par an, soit environ 8% du marché.

Alors que les huiles de table consommées par les ménages français représentent environ 300.000 tonnes par an, soit le tiers environ de la consommation totale d'huile en France, la restauration hors domicile utilise environ 12 % des huiles fluides alimentaires et les industries agroalimentaires (y compris la margarinerie), environ 15 %.

Les principales huiles de tables utilisées par les français sont l'huile de tournesol (52% du marché en volume) et l'huile d'olive (20% du marché en volume, mais 45 % en valeur). L'huile d'arachide représente 5% des ventes d'huiles au grand public et les huiles de soja et colza, environ 3,5% du marché. Les huiles de mélange, conseillées pour tous les usages, réalisent 12% des ventes en volume. Installées sur des créneaux de niches, l'huile de noix représente 0,6% du marché en GMS et l'huile de pépins de raisin, 2%.

Les margarineries, les producteurs de sauces et de condiments, les fabricants de produits frits, les pâtisseries-biscuiteries et les conserveries sont les principaux consommateurs industriels d'huiles végétales, essentiellement des huiles de tournesol et de colza, mais aussi de palme. En effet, la consommation de corps gras plus ou moins solides à température ambiante est une spécificité des industries agroalimentaires. La qualité de nombreux produits industriels dépend de la nature et de la quantité d'huiles et graisses utilisées quant à leur texture, leur qualité gustative et leur valeur nutritionnelle.

L'alimentation animale

Les aliments pour animaux contiennent des huiles végétales qui sont source d'acides gras indispensables à la bonne croissance des animaux. L'industrie de l'alimentation animale en consomme 80.000 tonnes par an. Les oléagineux sont également incorporés sous forme de graines entières, mais ils sont massivement utilisés dans les aliments composés comme source de protéines, sous forme de tourteaux.

Quatrième tritrateur européen, la France est le quatrième producteur européen de tourteaux. L'industrie des corps gras fournit environ 2 millions de tonnes de tourteaux chaque année et les fabricants d'aliments en consomment environ 7 millions de tonnes.

Les tourteaux d'oléagineux sont incorporés à hauteur de 24% dans les aliments composés dont 18% pour le seul tourteau de soja qui présente l'avantage d'être bien assimilé par les animaux et d'avoir une bonne composition en acides aminés.

Les tourteaux de colza et de tournesol sont principalement incorporés dans les aliments complémentaires pour bovins dans lesquels ils représentent environ 20% des matières premières utilisées. En revanche, ils sont peu utilisés dans les aliments pour porcs et pour volailles.

2.4 Le cadre réglementaire des filières céréales et oléagineux

2.4.1 Les modalités de la première politique agricole commune

La politique agricole commune est entrée en vigueur entre 1962 et 1967. Elle avait pour but de favoriser le développement de l'agriculture européenne, tout en assurant un niveau de vie satisfaisant aux agriculteurs. L'idée de départ était de maintenir des prix élevés sur le marché communautaire, grâce à un système complexe de subventions, isolant le marché européen du marché mondial.

Dès 1961 a été créé le mécanisme du prélèvement, qui est un droit de douane variable en fonction des prix du marché mondial : la Communauté Européenne définit un prix de seuil, qui est le prix minimum d'entrée des denrées importées. La différence entre le prix de seuil et le prix mondial est « prélevée » par la Communauté Européenne auprès de l'importateur. Ainsi, les produits agricoles européens ne sont pas concurrencés sur le marché interne par des produits importés.

En 1962, le dispositif est complété par l'instauration des prix d'intervention, et des restitutions à l'exportation. Le prix d'intervention est le prix auquel l'Europe achète les productions qui ne trouvent pas preneur. Quelle que soit sa production, l'agriculteur est donc sûr de vendre à un prix minimum. Enfin, les restitutions sont le pendant des prélèvements, et fonctionnent comme une subvention à l'exportation, puisque l'Europe paie à l'exportateur la différence entre le prix européen et le prix mondial, et « restitue » ainsi les sommes prélevées aux importateurs.

Ce système est jugé contraire aux règles du GATT par les Etats-Unis, et l'Europe ne peut le maintenir qu'en acceptant de renoncer définitivement à tout droit de douane sur les graines oléagineuses. C'est pourquoi les oléagineux connaissent dès le début de l'histoire de la PAC un régime particulier.

Les prix des oléagineux restent ceux du marché mondial, mais les producteurs reçoivent une aide proportionnelle aux volumes produits. Cette aide n'est pas versée directement aux agriculteurs, mais aux tritrateurs, pour qu'ils achètent les graines françaises plus cher que le prix du marché. De cette façon, le marché des oléagineux n'est pas isolé du marché mondial. Certes, sur le marché intérieur, les agriculteurs reçoivent un complément de prix versé par la CEE, et transitant par les tritrateurs, mais ils ne bénéficient ni des prélèvements à l'importation, ni de l'intervention, ni des restitutions à l'exportation.

Le succès de la politique agricole est tel, et la production agricole progresse si bien, que l'Europe se heurte à des problèmes budgétaires, et à des problèmes de surproduction. Pour des raisons budgétaires, la CEE décide de plafonner ses paiements en instaurant, dès 1986, des quantités maximales garanties (QMG) pour les oléagineux. Selon ce principe, l'Europe ne subventionne qu'une certaine quantité de graines produites. En cas de dépassement, les aides à la tonne sont réduites proportionnellement au dépassement. En 1988, les céréales sont elles aussi soumises à ce régime.

A quelques ajustements près, ce dispositif a fonctionné jusqu'en 1992.

2.4.2 La réforme de 1992 et la situation jusqu'en 2003

Les paiements compensatoires

Depuis la réforme de la PAC de 1992, appliquée à partir de 1993, les surfaces cultivées en céréales et oléo-protéagineux bénéficient d'un paiement compensatoire à l'hectare, calculé en multipliant un montant de référence de base par tonne par le rendement moyen en céréales spécifique à chaque département. Le montant de l'aide est donc variable selon les départements, et parfois selon les zones du département. Afin d'éviter tout détournement, le versement de l'aide est assujéti au respect de certaines conditions relatives au bon suivi des cultures.

En 1992, l'aide à l'hectare d'oléagineux était nettement supérieure à l'aide allouée aux céréales, et elle était modulée en fonction du prix des oléagineux sur le marché mondial ; ceci afin de compenser l'absence de soutien par les prix. Mais depuis 2002, dans le cadre de l'Agenda 2000, le montant de l'aide aux surfaces d'oléagineux est aligné sur le montant de l'aide aux surfaces de céréales, et s'élève à 63 € par tonne. On s'achemine ainsi vers un découplage des aides et des productions.

Les paiements compensatoires peuvent subir des abattements. Ils ne sont accordés que pour une superficie ne dépassant pas la surface maximale garantie (SMG), héritière des Quantités maximales garanties, afin d'éviter la surproduction. Le cas échéant, le montant des paiements est diminué proportionnellement au dépassement de la SMG. En outre, un stabilisateur de rendement intervient pour réduire le montant des paiements lorsque le rendement dépasse un certain seuil.

Par ailleurs, les producteurs de céréales et oléo-protéagineux sont tenus de laisser en jachère une partie de leurs terres, en échange d'une indemnisation. Fixé à 15 % en 1992, le taux minimum de terres gelées est de 10 %, depuis 1999 (c'est à titre exceptionnel que le taux de gel obligatoire a été ramené à 5 % en 2004).

La jachère industrielle

La réforme de la PAC de 1992 a offert aux agriculteurs la possibilité de cultiver, à des fins non alimentaires, les terres mises en jachère. Les règlements qui encadrent cette mesure posent trois conditions : Les matières premières, et leur utilisation finale doivent figurer dans des listes annexées au règlement ¹. La valorisation économique des produits non alimentaires

¹ En fait, tous les oléagineux et les céréales sont concernés, à l'exception de ceux produits pour les semences.

issus de la transformation des matières premières doit être supérieure à celle de tous les autres produits destinés à la consommation humaine ou animale issus de la même transformation. Enfin, la transformation du produit doit être effectuée au 31 juillet de la deuxième année qui suit l'année de récolte. Le règlement impose également un strict suivi des cultures jusqu'à l'utilisation finale du produit (obligation de passer un contrat de culture et d'achat, obligation de cautionnement des surfaces par l'organisme stockeur, obligation de communication à tous les stades de la filière).

La mesure agri-environnementale incitant à la diversification des cultures dans l'assolement

En 2002 a été instaurée en France une mesure incitative à la diversification des cultures dans l'assolement, afin d'encourager la pratique de rotations plus longues et d'assolements plus diversifiés, dans un but agroenvironnemental : amélioration de la qualité de l'eau par la limitation du recours aux produits phytosanitaires, amélioration de la qualité des sols, augmentation de la biodiversité. Expérimentée d'abord dans sept régions pilotes, cette mesure a été étendue en 2004 à deux nouvelles régions. Les conditions pour y souscrire sont les suivantes :

- s'engager sur cinq ans ;
- souscrire au moins 70 % des surfaces éligibles de l'exploitation ;
- établir un diagnostic agri-environnemental et enregistrer la rotation des cultures par parcelle culturale ;
- mettre en place 4 cultures différentes chaque année, la culture la plus représentée ne dépassant pas 40 à 55 % des surfaces contractualisées, et la moins représentée atteignant au moins 5 % ;
- pratiquer une rotation sur les parcelles (au moins 3 cultures en 5 ans, pas plus de 2 cultures identiques successives)

Le soutien par les prix

Depuis la réforme de la PAC de 1992, les oléagineux ne font plus l'objet d'un soutien par les prix : les paiements compensatoires à la surface sont la seule aide dont ils bénéficient. De plus, l'ajustement des aides en fonction des prix, qui était le seul filet de sécurité face aux aléas du marché mondial, a été supprimé en 2000.

En revanche, la filière céréales bénéficie toujours, dans son organisation commune de marché communautaire, de l'intervention, et des restitutions à l'exportation. De plus, bien que le mécanisme des prélèvements ait été supprimé depuis les accords du GATT de 1994, les céréales importées sont soumises à un droit de douane.

Au titre de l'intervention, l'Union européenne achète aux organismes stockeurs les céréales qu'ils n'ont pas vendues sur le marché. L'intervention peut être mise en œuvre du 1^{er} novembre au 31 mai, le prix d'intervention enregistrant une majoration mensuelle destinée à compenser les frais de stockage. Ainsi, pour la campagne 2004-2005, le prix d'intervention s'échelonne de 101,77 €/t en novembre, à 104,53 €/t en mai. Les stocks achetés par l'Union Européenne doivent répondre à des normes de qualité concernant le taux d'humidité, le taux d'impuretés, la qualité des grains. Des bonifications ou réfections sont appliquées en fonction de la qualité des lots pour les stocks acceptables à l'intervention.

Au titre des restitutions à l'exportation, l'Union Européenne compense l'écart entre les prix communautaires et les prix de marché mondiaux, en accordant aux exportateurs une subvention dont le prix est fixé par la Commission. Les restitutions peuvent aussi concerner les stocks achetés au titre de l'intervention, s'ils ne trouvent pas de débouché sur le marché communautaire.

Le financement d'organismes d'intérêt général

La filière oléagineuse, comme la filière céréales, sont soumises à des taxes et contributions volontaires obligatoires (CVO), qui financent des organismes d'intérêt général.

Ainsi, les céréales livrées aux organismes stockeurs sont soumises à une taxe, qui alimente le budget de fonctionnement de l'ONIC, et deux CVO. L'une de ces CVO finance l'interprofession Intercéréales, lui permettant de mener à bien des projets de recherche-développement ; l'autre CVO, appliquée au seul blé tendre, est versée au GNIS, pour la recherche variétale.

De même, les graines oléagineuses livrées aux organismes stockeurs donnent lieu à une CVO, collectée par l'interprofession ONIDOL. Cette CVO finance l'interprofession, le CETIOM, et Sofiprotéol. L'interprofession conduit actions de promotion et de recherche-développement, le CETIOM est un organisme de recherche sur les graines oléagineuses et les tourteaux, et Sofiprotéol, est l'établissement financier, qui soutient par ses investissements la filière oléagineuse en France.

2.4.3 La réforme de la PAC de 2003

Le découplage des aides

La dernière réforme de la PAC, adoptée en juin 2003, entrera en vigueur progressivement entre 2004 et 2007. Elle s'appliquera jusqu'en 2013. Elle se fonde sur le principe d'un découplage des aides et des productions, assorti de mesures d'écoconditionnalité des aides.

A partir de 2006, chaque exploitation bénéficiera d'un droit à paiement unique, correspondant au montant global des aides perçues en 2003. Ce droit sera divisé en droits normaux (correspondant à l'ensemble des productions aidées hors jachère), et de droits à jachère. Les droits normaux seront couplés pour 25 %, c'est-à-dire que 25 % des droits à paiement unique seront conditionnés par une production effective sur les terres concernées, tandis que 75 % des paiements ne dépendront pas de la production effective.

Les aides spécifiques

A ce paiement unique s'ajoutent des aides spécifiques à certaines cultures, mises en oeuvre dès 2004 :

- aide aux cultures énergétiques hors jachère (45 €/ha)
- complément de prime aux protéagineux (55,57 €/ha)
- prime spéciale à la qualité pour le blé dur (40€/ha)
- aide aux fruits à coque (120,75 €/ha).

La somme des droits à paiement unique et des aides spécifiques constitue le montant de l'aide affectée à l'exploitation. Ce montant sera soumis à des prélèvements, et, éventuellement, à des pénalités au titre de l'écoconditionnalité des aides.

Les prélèvements

Deux prélèvements affecteront l'aide : la modulation, et la contribution à la réserve nationale. La modulation sera mise en place à partir de 2005. Elle s'élèvera à 3 % du paiement unique en 2005, à 4 % en 2006, et atteindra son maximum de 5 % en 2007. Le second prélèvement alimentera la réserve

nationale, destinée notamment à aider les jeunes agriculteurs. Il sera mis en place en 2006. Son montant n'est pas encore fixé, mais sera compris entre 0 et 3 %.

Le paiement unique, amputé de ces 2 prélèvements représentera le montant des aides auquel l'agriculteur peut prétendre, à condition qu'il respecte la réglementation environnementale, sans quoi sa subvention pourra être minorée de 5 à 20%, voire plus selon les manquements.

L'écoconditionnalité

Tout d'abord, l'agriculteur devra respecter 19 directives (dont 5 concernent directement les céréales et les oléagineux), ayant trait à l'environnement, à la santé des animaux et végétaux, et au bien-être des animaux. Il devra en outre respecter les « bonnes conditions agricoles et environnementales ». Il devra enfin contribuer à maintenir les surfaces nationales consacrées aux pâturages permanents.

Parmi les directives, on peut noter en particulier la directive sur les nitrates, la directive sur les phytosanitaires et la directive sur l'épandage de boues d'épuration.

Les bonnes conditions agricoles et environnementales sont définies au niveau national. En France, elles seront déclinées en 9 mesures :

- 3 % des surfaces en céréales et oléo-protéagineux seront constituées de bandes enherbées
- 3 cultures, ou 2 familles de cultures différentes devront être mises en œuvre dans l'assolement
- L'irrigation devra être contrôlée.
- Enfin, une série de mesures vise à obliger les agriculteurs à un suivi des cultures et de la récolte, afin d'éviter que le paiement unique ne se transforme en rente de situation, sans volonté de produire.

Le soutien par les prix accordé aux céréales

En ce qui concerne les céréales, l'Organisation Commune de Marché n'est pas remise en cause dans l'immédiat. Cependant, les majorations mensuelles relatives à l'intervention seront diminuées de 50 % dans le cadre de la réforme de la PAC. Par ailleurs, l'Union Européenne s'est engagée fin juillet 2004, en signant l'accord de l'OMC, à supprimer les restitutions à l'exportation, sans toutefois préciser de date.

2.5 Dispositifs de recherche et développement :

Les intervenants de la recherche agronomique en France, pour les filières végétales.

Les activités de recherche agronomique en lien avec les filières végétales en France sont assurées par quatre catégories d'acteurs :

La recherche publique dont l'acteur principal quant aux productions végétales métropolitaines est l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique). Ses 3 principaux champs d'investigation sont ;

- l'agriculture durable,
- l'environnement et les territoires
- l'alimentation

Dans ce champ thématique, les priorités stratégiques récemment redéfinies sont :

- « comprendre le comportement du consommateur par une approche multidisciplinaire
- expliquer l'impact des aliments et de l'alimentation sur les fonctions physiologiques de l'homme sain,
- évaluer et prévenir les risques dans la filière alimentaire, qu'il s'agisse du risque chimique ou du risque lié aux micro-organismes pathogènes.
- Comprendre les mécanismes d'élaboration de la qualité des aliments par une organisation amont-aval renforcée. »

Le CEMAGREF intervient plus particulièrement sur la gestion des ressources du milieu naturel (eaux, sols) de l'espace rural et des écosystèmes, et l'ingénierie de la qualité des aliments. Le CIRAD est quant à lui tourné vers les productions d'outre mer mais intervient ponctuellement dans certaines filières végétales métropolitaines (notamment le riz). Le CNRS mène également des activités dans les domaines liés à l'agriculture, l'alimentation, la santé.

Les Instituts et Centres techniques :

Dans le domaine des productions végétales, ils assurent les missions de recherche appliquée et de développement des productions par filière, dans le contexte global de la production agricole, et accompagnent les agriculteurs dans leurs adaptations aux évolutions de ce contexte.

Le CETIOM, Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains a pour missions d'améliorer la production, la conservation des oléagineux métropolitains (colza, tournesol, soja, lin oléagineux) et l'utilisation des produits issus de leur transformation ; de normaliser la qualité des produits et l'expansion de leurs débouchés.

L'ITERG est dédié à l'appui à l'activité industrielle dans le domaine des corps gras et de toutes leurs applications, alimentaires ou non. Il mène des missions d'intérêt général, des activités spécifiques contractuelles et une activité de service au secteur (appui en documentation, information scientifique, en formation et conseil sur site). Les activités d'intérêt collectif concernent la qualité et la sécurité des produits (analyse sensorielle, normalisation, contrôle), la nutrition (grands programmes d'étude sur les acides gras), l'environnement (rejets industriels, sécurité des installations), la lipochimie et la valorisation non alimentaire

ARVALIS-Institut du végétal assure des missions similaires pour les filières des céréales à paille, du maïs, des pommes de terre et des protéagineux. Il est issu de la fusion, en décembre 2002, de l'ITCF (Institut Technique des Céréales et des Fourrages) avec l'AGPM-Technique (Association Générale des Producteurs de Maïs - Service technique) . Sa mission est aujourd'hui de **"mettre au point et de diffuser des techniques et des informations permettant aux agriculteurs et à leurs organismes de s'adapter à l'évolution des marchés et de contribuer à les rendre compétitifs au plan international, tout en respectant l'environnement"**.

L'ACTA (Association de Coordination Technique Agricole) et l'ACTIA (Association des Centres Techniques des Industries Agro-Alimentaires) ont pour mission principale de favoriser la coordination et la concertation de l'ensemble des Instituts et Centre Techniques agricoles, des filières végétales et animales d'une part, agro-alimentaires d'autre part.

Les Etablissements d'enseignement et de recherche : il s'agit des Etablissements de l'enseignement supérieur agricole (INAPG, ENSA, ENITA, Universités...). Ils sont fréquemment associés à des unités de l'INRA ou des autres organismes de recherche publique dans le cadre d'UMR (Unités Mixtes de Recherche), et contribuent à la recherche agronomique et à la formation par la recherche.

La recherche privée :

Il s'agit essentiellement :

- des firmes semencières qui développent des programmes d'amélioration génétique sur les différentes espèces cultivées,

- des firmes phytosanitaires et de l'industrie de la protection des plantes, qui mettent au point, produisent et commercialisent les produits phytosanitaires, aujourd'hui principal moyen de lutte contre les agresseurs des cultures.
- L'industrie des engrais mène également des activités de recherche, plus modestes, sur la nutrition des plantes.
- Dans le domaine de la transformation, les innovations sont essentiellement le fait des industriels et des fournisseurs d'ingrédients.

Ces différents acteurs sont souvent associés pour des programmes de recherche conjoints. C'est en particulier le cas pour l'amélioration génétique végétale, et pour la nutrition :

Recherches dans le domaine de l'amélioration génétique végétale

Un programme de coopération scientifique GENOPLANTE a été établi entre les établissements de recherche publics (INRA, CIRAD, IRD et CNRS) et privés (Biogemma – Limagrain, Pau-Euralis, Unigrains, Sofiprotéol et RAGT ; Bayer CropScience et Bioplante – Florimond-Desprez et Serasem) dès Février 1999.

Genoplante a pour but de développer des recherches sur le génome des espèces cultivées (maïs, blé, colza, tournesol et pois), des plantes modèles (*Arabidopsis thaliana* et riz) et des recherches génériques (nouveaux outils de la biologie moléculaire ; bio-informatique et cibles importantes).

Ce vaste programme apporte un grand nombre d'informations (cartes génétiques et cytogénétiques, cartes de QTL (Quantitative Trait Loci), séquences génomiques (notamment des séquences BAC (Bacterial Artificial Chromosome), transcriptome, protéome, variabilité allélique, synténies avec les espèces modèles, identification et analyse de mutants) ainsi que le développement d'outils (nouvelles techniques de biologie moléculaire ; bases de données et logiciels informatiques). Ces connaissances sont peu à peu intégrées dans une ressource de bases de données bioinformatiques publiques de Génoplante : Genoplante-info dont le site est : <http://genoplante-info.infobiogen.fr/>. Cette action de recherche a aussi pour objectif de permettre aux partenaires d'acquérir un portefeuille compétitif de brevets et d'offrir aux semenciers de nouvelles possibilités d'amélioration des variétés.

Les programmes sur le blé portent, sur la recherche de gènes impliqués dans les caractères agronomiques, la résistance aux stress biotiques (maladies) ; la résistance au stress abiotiques (ex : azote) et la qualité. Pour chacun de ces objectifs de nombreux QTL ou régions sur les chromosomes impliquées dans le déterminisme génétique des caractères ont été identifiées à partir des cartes génétiques élaborées à l'aide de plusieurs populations en ségrégation pour les caractères d'intérêt. Des banques d'ADN (génomique (BAC) et ADNc) ont été constituées et près de 100 000 EST (Express Sequence Tag) ont été séquencés et clusterisés avec l'ensemble des données publiques. Des puces à ADN permettant de suivre l'expression de plus de 15000 gènes simultanément, ont été constituées. Les outils de bioinformatiques viennent aujourd'hui compléter ce vaste effort d'analyse du génome du blé et d'étude de la fonction des gènes.

Par ailleurs, plusieurs GIE se sont constitués pour conduire des recherches d'amélioration des espèces cultivées (GIE Club des Cinq, GIE blé dur, GIE triticale, CETAC...).

La nutrition

Un point fondamental à relever pour ce qui concerne la contribution de la recherche publique en général au progrès technique et industriel dans le domaine CGL est le rôle fondamental

joué par la recherche en nutrition lipidique dans laquelle toutes les grandes structures françaises se sont fortement et justement impliquées. L'histoire des 40 dernières années d'évolution des produits de l'industrie des corps gras alimentaires se lit d'abord par sa relation avec la perception «santé» du consommateur. La relation santé-forme et l'alimentation, et tout particulièrement la ration en produits gras, est l'un des éléments clé de l'acte de consommation dans ce domaine.

Le rôle prescripteur de la recherche en nutrition lipidique s'est fortement accentuée pendant les dernières décennies du 20^{ème} siècle avec la publication de résultats de plus en plus démonstratifs sur la relation «statut lipidique/santé cardio-vasculaire» tout particulièrement.

Davantage liée au milieu médical, la recherche en nutrition bénéficie depuis plus de vingt ans de la collaboration entre chercheurs de différentes origines : INSERM, Assistance Publique, INRA, universités. Là encore, l'ITERG se distingue par son implication dans la recherche en biochimie et nutrition des lipides au travers d'une association durable avec l'université Bordeaux I.

Ces collaborations nécessaires entre médecins et scientifiques et la volonté de l'INRA d'optimiser son fonctionnement dans le domaine de la nutrition humaine se traduisent par la mise en place de plates-formes multipartenaires, les Centres de Recherche en Nutrition Humaine (CRNH). La récente création du CRNH Ile-de-France réunissant l'INRA, l'Assistance Publique, la CNAM, l'INSERM, L'INA-PG et les universités Paris VI et Paris XIII illustre bien ce mouvement.

Dans ce contexte scientifique et médical, l'action interprofessionnelle a pu révéler toute sa valeur et s'est montrée efficace depuis la fin des années 80 dans son activité d'orientation de la recherche.

Des démarches analogues sont engagées dans la filière céréalière.

3. PRINCIPALES INNOVATIONS POUR LES DERNIÈRES DÉCENNIES ET IMPACT SUR LA QUALITÉ.

3.1 Introduction

«La qualité d'un produit ou d'un service est son aptitude à satisfaire les besoins des utilisateurs» (Norme AFNOR NF X50.120). Ces besoins peuvent être explicites (définis par des spécifications) ou implicites (non formellement exprimés mais sous-entendus dans le contexte).

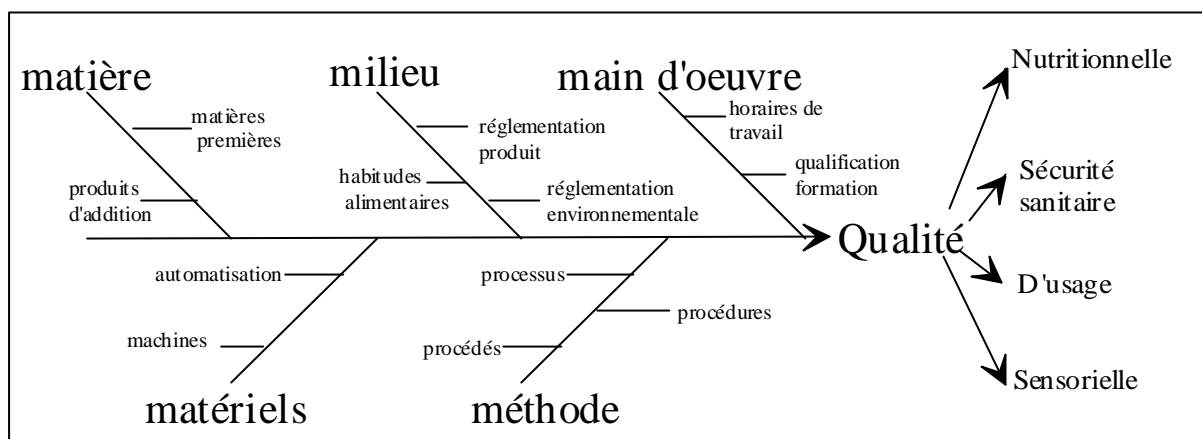
La qualité est un élément de différenciation et de fidélisation de l'utilisateur ou du consommateur. Les filières céréalières et oléagineuses ont fait de la qualité un moteur stratégique en composant avec les caractéristiques intrinsèques du produit qui déterminent le choix du consommateur ou de l'utilisateur. Ces caractéristiques peuvent être regroupées dans quatre sous-ensembles distincts (4S).

On peut donc distinguer les caractéristiques de :

- sécurité sanitaire : qualité hygiénique ou absence de substances nuisibles à l'organisme.
- santé et nutrition : utilité physiologique et éléments favorables à la santé.
- satisfaction des sens liés aux propriétés organoleptiques.
- service associé au produit, valeur d'usage et avantages technologiques.

Ces différentes caractéristiques doivent être garanties dans le temps. Leurs évolutions ne doivent pas aller au-delà d'un niveau acceptable pour l'utilisateur ou le consommateur.

L'évolution de la qualité des produits résulte des changements des améliorations et des innovations dont le regroupement peut schématiquement être représenté sous la forme d'un diagramme d'Ichikawa (5M).



Incidence des variables sur la qualité des aliments

Dans un premier temps, le groupe a identifié les variables clés qui ont été regroupées en 4 sous-ensembles :

- les matières concernent la matière première agricole, ainsi que les ingrédients utilisés pour la formulation des produits finis
- les matériels et méthodes ont été regroupés pour appréhender globalement le rôle de la technologie dans le processus de transformation des produits.
- le milieu intègre les variables comportementales, sociales, et légales,
- la main d'oeuvre : qualification et durée du travail.

Pour chaque variable sélectionnée, a été évalué l'impact respectif sur les 4 critères fondamentaux de qualité selon une échelle simple : très fort : +++, fort : ++, modéré : +, nul : =, négatif : -.

Les tableaux suivants présentent, de manière synthétique, les principales innovations intervenues et leur impact sur la qualité.

La filière céréales :

VARIABLES	CRITERES DE QUALITE				Exemples Commentaires et
	NUTRITION	SECURITE SANITAIRE	SERVICE valeur d'usage	SENSORIEL	
Matières					
Blé		+	+++	+	Indice de jaune des blés durs, évolution la couleur des pains
Céréales secondaires (avoine, seigle, orge, épeautre, triticale)	=	résistance aux maladies	aux variétés adaptées aux utilisations, rendement	Couleur (blé dur, blé tendre), goût	
Sarrasin	+	=	=	+	Diversification des produits : P spéciaux, céréales petit déjeuner

Maïs	=	+ Résistance aux Parasites et maladies	+++ variétés adaptées aux utilisations, rendement	++ (maïs doux, pop corn, corn flakes)	Hétérosis – vigueur hybrides Bt Round up ready Nouvelle consommation en F Conserves, Surgelés
Riz	=	=	++ Riz non-collant, facilité culturelle	+++ Riz parfumés	Riz Indica, Riz long grain, ...
Ingrédients, Auxiliaires	Additifs, + / -	+	+++	++ Diversité goûts, textures, moelleux, fraîcheur	Apparition d'une très grand diversité produits, frais, surgelés ou lors conservation (augmentation générale DLUO)
Enzymes	+ Oligo- saccharides	++ Sélectivité	+++ Performance Nouveaux produits	++	Alpha-amylases Thermostable Glucoamylase, pullulanase, xylanases
Levures	=	+ pureté microbiologique	+++ adaptabilité processus conservation	++ aux et	Levures sèches, cryorésistantes, rapi osmotolérantes, liquides. Levures sèches désactivées (e technologiques et organoleptiques)
Starters bactéries et levures	=	+ pureté microbiologique	+++ procédés de fermentation adaptés	+++ diversité de goûts	
Matières premières associées (Matières grasses, sucres, œufs, produits laitiers)	+	+++	+++ cracking, sélection	+ points de fusion	Diversification des valeurs nutritionnelles
Matériels Méthodes	et				
Séchage des grains	=	++ Réduction flore microbienne et parasites	++ Régularité qualitative et diminution des pertes	=	
Nettoyage à sec des céréales	=	++ Amélioration de la qualité microbiologique	=	=	Suppression des rejets
Turbo-séparation	=	=	+++	=	Farines de blé fonctionnelles "à la carte"
Cuisson-extrusion	=	+ Débactérisation	+++ Nouveaux produits	+++ Nouvelles textures	Céréales petit déjeuner, snacks, faris prêtes-à-l'emploi
Etuvage riz	++ vitamines	=	+++ Tolérance à la cuisson	+++ Nouveaux goûts	Riz étuvés
Pré-cuisson / séchage	=	=	+++ Facilité, rapidité	+++ Nouveaux produits, goûts	"Ebly" (blé dur), riz 2mn (Barqu sachets cuisson), couscous, pâtes exp
Séchage très haute température	(légère diminution lysine)	++ Amélioration de la qualité microbiologique	+ diminution du taux de fissures	+++ amélioration diminution collant	texture, Pâtes alimentaires
Pétrissage	=	=	++ Pétrissage en continu	+++ Maîtrise des textures et des saveurs	Brioches, Pains de mie moelleux
Fermentation contrôlée	=	=	++ cuisson différée	+ goût	Organisation du travail, et pains frais toute la journée
Surgélation	=	=	+++ commodité Cuisson différée	= Croûtes fines	Pâtes surgelées, pain français pré viennoiseries surgelées (levées ou r prêtes-à-cuire) diffusées dans le mo entier, tous produits prêts-à-cuire garni non (pizzas, pâtisserie)
Cuisson en four ventilé	=	=	++ cuisson différée	+/- croûtes fines	Terminaux de cuisson « pain chaud à toute heure »
Longue conservation sous atmosphère protectrice	=	=	+++ commodité	=	Produits en vente à T° ambiante (par brioches, etc.)
Fermentation sur levains	=	+ pureté microbiologique	+ Meilleure conservation	++ Goût / Texture	Levains liquides prêts-à-l'emploi, starters fermenteurs
Co-extrusion	=	=	+	+++ Goûts et textures associées	Brioches fourrées, pâtisseries, ...
Tranchage	=	+ Découpe par jet d'eau	+ portionnement	=	Pâtisseries pré-portionnées, brioche tranchées scarification sans lame
Automatisation - contrôle en continu - GPAO capteurs	=	+ Sécurité des hommes	+++ Productivité, régularité	+++ Régularité organoleptique	pilotage automatique des fours industrie de cuisson, adaptation matériels à la rhéologie des pâtes meilleure maîtrise des mises en forme pâtes, triage optique
Milieu					

Habitudes alimentaires	-	=	+++	+ / -	Restauration hors dom Déstructuration des repas (grignotage)
Certification amont (Charte IRTAC/ARVALIS)	+	++	++	=	Préparation simplifiée des repas Participe à l'objectif de développer durable
Certification Méthodes et Processus (ISO 9001, HACCP..)	=	++	++	=	Contribuent à l'augmentation du n° qualitatif et la régularité des produits services
Certification produits (Label Rouge et autres signes de qualité)	=	++	++	+	Contribuent à l'augmentation du n° qualitatif
Décret Balladur-Rafarin	+	=	++	+++	Pain de Tradition Française
Réglementation sanitaire, étiquetage ...	=	+++	+	-	Disparition de petits artisans en raison coût de mise aux normes, suppression de matières premières à risque (allergènes, ..)
Main d'Oeuvre					
Formation professionnelle (Qualité et diversité des formations)	++	+++	=	+++	Développement de formations diversifiées CAP crêpier, Pizzas, ...
Durée hebdomadaire du travail (35 h, réduction du travail de nuit...)	=	=	+++	- / =	Suppression de certains procédés standardisation

Le diagramme d'Ishikawa peut aussi être proposé pour analyser l'évolution de la qualité dans la filière des oléagineux :

Variables	critères de qualité				exemples et commentaires
	Nutrition	sécurité sanitaire	service/usage	sensoriel	
matières					
introduction et développement du tournesol	+++ acides gras essentiels ω6	++ (aflatoxines)	++ début du conditionnement PVC	+ huiles "légères" jaune pâle image nature	développement des oléagineux métropolitains (1980) en remplacement de l'arachide. Dans les années 1990, apparition des variétés oléiques
colza variété 0 érucique	++++ profil AG essentiel ω3	+++	++ co-valorisation diminution de la dépendance "tourteau soja"	=	première mise en marché manquée, image négative.
variété 00 (érucique + Glucosinolates)	= 2002, publication des ANC, prise de	sécurisation en nutrition animale			intérêt agronomique intérêt global (huile + tourteaux) relance de l'huile de colza

olive	conscience de l'intérêt ω3 ++++ AGMI + éléments mineurs	++ sécurisation de la filière	++ emballage communication	++++ huile plaisir	comme source d'ω3 production française faible, importations CEE importantes pour satisfaire la demande croissante des dernières années, progrès agronomiques
stérols végétaux	++++ action sur le cholestérol	=	ingrédient pour aliment-santé"	=	produits à fort développement, allégations santé

matériels et méthodes

au niveau agronomique : récolte et post-récolte	mêmes implications générales que pour les céréales				
séchage stockage	+++ protection contre l'oxydation	+++ diminution des mycotoxines			très sensibles pour les oléagineux métropolitains, et les huiles qui en proviennent
extraction à l'hexane	=	=	augmentation des rendements	neutre	problème environnemental (rejets et résidus) image mauvaise dans le public
raffinage désodorisation	++ maîtrise de la composition mais baisse de la vitamines E, possibilités d'isomérisation des sources	++++ élimination et des résidus phytosanitaires et contaminants	+++ huiles claires et stables dans le temps	+++ élimination des faux goûts odeurs et des AGL	amélioration sensible de la stabilité, des qualités visibles et de la régularité des produits
conditionnement	++ meilleure protection contre l'oxydation	+ stabilité, conservation	+++ présentation communication	+ préservation du goût	généralisation du conditionnement automatique, nouveaux matériaux d'emballage
interestérisation	++++ suppression des acides gras "trans"	++	=	=	l'hydrogénation générant des AGT est remplacée par l'interestérisation dans la production de MG concrètes

Milieu

au niveau sociétal, normatif, sanitaire et réglementaire	mêmes implications générales que pour les céréales				
incidence des politiques agricoles : génération des filières tournesol et olive	+++	++	+++	++	la "tournesol success story" beaucoup d'innovation technique, communication positive nutritionnelle

développement des huiles à goût	+++ olive, noix, noisette	=	+	+++	restauration de l'image positive des huiles en général
développement des huiles combinées	+++ recherche de l'équilibre en AG	=	++ huile équilibrée	+	positionnement nutritionnel ou usage
modes de consommation des huiles	++ l'huile santé les acides gras insaturés et essentiels	+	++ emballage valorisant et communiquant	+++ des huiles pour chaque usage : friture, salade, sauces...	produits qui se développent sur une approche nutritionnelle et sensorielle positive des huiles
évolution du marketing des sociétés	++ communication nutritionnelle appuyée sur le monde médical, allégations	=	=	++ les huiles à goût, l'huile "plaisir"	segmentation des produits et des marchés
main d'œuvre mêmes implications générales que pour les céréales					
unités de première transformation (trituration raffinage)	=	++ rationalisation, automatisation régularité	+	=	concentration industrielle: unités portuaires multigraines très intégrées, capacités de transformation croissantes
sécurisation des "supply chains"	++ garantie de l'origine	+++ de cahiers des charges sanitaires exigeants entre première et deuxième transformation	=	+	mêmes exigences à renforcer entre l'amont agricole et la première transformation.

Examinons maintenant comment sont apparues ces innovations pour chacun des maillons de la filière.

3.2.SÉLECTION

3.2.1 Céréales :

Introduction

L'amélioration des plantes telle que nous la connaissons maintenant est une discipline qui s'est surtout développée au XX^{ème} siècle. Elle a permis des avancées considérables que nous illustrerons par la suite avec notamment une accélération du progrès génétique.

Si les sélectionneurs tant par la quantité que par la qualité de leurs travaux sont bien évidemment les premiers responsables de telles avancées ; elles n'ont pu s'accomplir que grâce à un environnement favorable permettant l'épanouissement de cette science.

L'organisation de la filière semences : un atout important en faveur du progrès.

En effet si la première moitié du XX^{ème} siècle a vu le développement progressif de sociétés spécialisées ayant pour cœur d'activité l'Amélioration des plantes, la seconde moitié a vu la mise en place d'une organisation interprofessionnelle des semences qui a fait de la France le premier pays européen dans le domaine et le second au niveau mondial après les Etats-Unis.

Ainsi la recherche privée et la recherche publique, en premier lieu l'INRA, se sont associées pour relever les nombreux défis dont celui de nourrir la population ce qui n'était pas une mince gageure au sortir de la seconde guerre mondiale. Les Instituts techniques et les Chambres d'Agriculture ont formé des générations d'agriculteurs aux nouvelles techniques de production permettant ainsi de tirer le meilleur bénéfice des nouvelles variétés proposées. Sous l'égide du Ministère de l'Agriculture la réglementation sur la production de semences s'est organisée au sein du Groupement National Interprofessionnel des Semences (GNIS). Enfin pour parachever le dispositif le Centre Technique Permanent de la Sélection (CTPS) a alors été créé avec pour vocation d'encourager et d'orienter la création variétale en France. Cette organisation collective a été et est toujours une caractéristique française dont l'efficacité nous est enviée par de nombreux pays.

Le rôle du CTPS mérite d'être détaillé. Par l'établissement de règles d'accès au marché il permet d'intégrer toute nouvelle demande des utilisateurs et garantit le progrès génétique. Il s'appuie sur deux épreuves, l'épreuve de Distinction Homogénéité Stabilité (DHS), qui permet de qualifier phénotypiquement l'originalité d'une nouvelle variété mais également sert de fondement à l'octroi d'un titre de protection pour le créateur ou son représentant si celui-ci en fait la demande et l'épreuve de Valeur Agronomique et Technologique (VAT) qui n'autorise à la vente qu'une variété améliorée amenant une combinaison de caractères positifs pour les utilisateurs que sont les agriculteurs d'une part et les transformateurs d'autre part. Pour chaque espèce un cahier des charges précis est établi sur l'évaluation qualitative des nouvelles variétés et seules les variétés amenant un progrès par rapport aux variétés actuellement cultivées accèdent au marché. Ce processus a montré toute son efficacité et a permis de véritables évolutions qualitatives que nous allons maintenant détailler

L'histoire de la sélection des céréales et les premières découvertes

La sélection des céréales à paille remonte à la nuit des temps. La phylogénie du blé par exemple nous montre le chemin parcouru depuis les ancêtres du blé pour aboutir au blé que nous cultivons aujourd'hui. Cette évolution a débuté au cœur du Croissant Fertile il y a probablement plus de 10 000 ans, les noms communs encore utilisés en témoignent, blé de Perse, blé des Pharaons... L'évolution génétique, liée à la polyploïdisation et la domestication, a assuré le développement des formes actuellement cultivées.

La redécouverte des lois de Mendel a permis à la fin du XIX^{ème} siècle un essor certain de l'amélioration des céréales. Sous l'impulsion d'agronomes sélectionneurs particulièrement avisés, au premier rang desquels de Vilmorin, la sélection, jusque là principalement massale allait entrer dans une ère nouvelle en utilisant les techniques d'hybridation. Ce passage d'une sélection contemplative à une sélection guidée par des objectifs exploitant au mieux les études de descendance a révolutionné le savoir faire et le métier de sélectionneur. Il est d'ailleurs intéressant de noter que des initiatives similaires se sont produites à la même époque dans de nombreux pays, preuve s'il en était que les découvertes scientifiques sont souvent simultanées et que l'avancement des connaissances, parallèlement à la multiplication des échanges, est souvent générateur de progrès.

L'hybridation : la base de l'Amélioration des plantes

L'hybridation est sans nul doute la principale avancée de l'Amélioration des plantes. Utilisée pour combiner des caractères favorables, elle est la base de la sélection des céréales. Le produit de cette hybridation, appelé F1, manifeste très souvent un avantage parfois très

important par rapport à ses parents selon un phénomène qualifié d'hétérosis. C'est ce principe qui sera théorisé et appliqué par Schull aux Etats-Unis et qui permettra d'utiliser cet hétérosis sur l'espèce modèle des céréales hybrides qu'est le maïs. Ceci étant d'autant facilité par le caractère monoïque de la plante.

L'hybridation a connu des réussites diverses selon les espèces de céréales. Si elle a fait ses preuves pour le maïs, le sorgho, si elle tend à se développer de façon significative en riz, par contre son développement est plus controversé en blé tendre et en orge par exemple. L'hybridation, avec suivi de descendance, a ainsi permis de réaliser des études génétiques précises sur le déterminisme des caractères étudiés, avec tantôt des caractères gouvernés par des gènes majeurs comme le nanisme en blé, mais aussi et souvent des caractères polygéniques plus complexes à analyser et à sélectionner.

La création d'une nouvelle variété

Si l'hybridation est l'acte fondateur, la patience est nécessaire pour l'obtention d'une nouvelle variété. En effet en moyenne il faut compter de 10 à 12 ans pour que celle-ci puisse être autorisée à la vente. Les premières années seront nécessaires pour affiner les choix individuels et tout l'art du sélectionneur sera nécessaire pour repérer les plantes les plus prometteuses. L'aspect phénotypique mais souvent également les premières évaluations qualitatives guideront ses choix. Environ 5 ans après le croisement initial débiteront les premières validations agronomiques, tout d'abord sur des surfaces très restreintes de l'ordre de quelques m², pour finir sur quelques centaines de m². Viennent alors les épreuves officielles pour obtenir l'autorisation de mise en marché. Conduites sous l'égide du CTPS ces épreuves durent deux ans. Enfin et parallèlement la multiplication des semences conformes aux règlements de production et permettant d'obtenir des semences certifiées débute. En France on reconnaît 5 générations de semences aboutissant aux semences dites commerciales.

In fine il y a donc peu de variétés élues et de nombreux « prototypes » sont abandonnés en chemin au fur et à mesure des différentes évaluations.

Malgré cela le nombre de variétés disponibles pour l'agriculteur ne fait que croître, symbole du dynamisme de la filière, ce que montre le tableau suivant.

Période	Nombre moyen de variétés inscrites par an
1961 – 1970	7
1971 - 1980	8
1981 - 1990	15
1991 - 2000	18
2001 - 2003	25

Ainsi depuis 1961 ce sont 556 nouvelles variétés qui ont été mises à la disposition des agriculteurs français.

Quelques exemples

- Le blé tendre

Cette espèce emblématique des céréales à paille a connu une évolution plus que remarquable. Le progrès génétique est de l'ordre d'un quintal par an. Il ne saurait être atteint sans une totale évolution en synergie des techniques culturales. Ainsi peut-on noter parmi les grands événements du siècle dernier, l'utilisation des gènes de nanisme qui en réduisant la hauteur des pailles (rendue moins nécessaire par la spécialisation des zones de production et l'abandon de l'élevage) a permis un accroissement de la fumure azotée, élément indispensable à la croissance de la plante. Des progrès décisifs ont également été faits sur la maîtrise du désherbage et la protection phytosanitaire. Dans ce dernier domaine la connaissance des races de pathogènes et du déterminisme génétique des mécanismes de tolérance voire de résistance a grandement aidé. L'utilisation des techniques de vitrocultures a ouvert la voie à l'utilisation des croisements interspécifiques. Grâce à cela des espèces, non ou moins domestiquées, sont une source importante de résistances nouvelles à l'image de la résistance au piétin-verse introduite par l'INRA de Rennes avec pour source une accession d'*Aegilops ventricosa*. Les sélectionneurs conscients de l'importance de cette biodiversité se sont depuis de nombreuses années organisés pour la conserver et l'entretenir. Ce travail est maintenant coordonné par le Bureau des Ressources Génétiques.

Ces efforts constants ont porté leurs fruits puisque le rendement moyen français qui s'établissait à 12 quintaux au début du XX^{ème} siècle dépasse dorénavant les 70 quintaux. La première mission qui était de nourrir la France a été remplie peut-être au-delà des espérances.

Cette évolution a-t-elle eu des impacts dans un sens ou dans l'autre sur la qualité des produits ? En fait l'aptitude des blés à satisfaire aux transformations technologiques a été prise en compte mais principalement à partir des années 60. La moyenne de la force des blés inscrits au Catalogue n'a cessé de croître : en 1920 le W était de 60 et proche de 120 en 1960 ; il est passé à près de 200 vers la fin du XX^{ème} siècle. Ce progrès génétique est le fruit de recherches sur les bases biochimiques et génétiques de la qualité des blés, recherches qui ont abouti à l'identification de marqueurs génétiques intégrés dans les programmes de sélection publics et privés. D'un point de vue nutritionnel nous n'avons aucune raison de penser qu'il y a eu un changement notable et profond de la composition du grain de blé. La sélection de blé à haut rendement eut pour conséquence de légèrement diminuer la moyenne de la teneur en protéines du grain des blés inscrits cours des deux dernières décennies. L'effort d'amélioration de la qualité, en relation avec une fertilisation azotée plus soutenue eut pour effet d'accroître sensiblement la quantité de protéines polymériques (les gluténines). Les différents types de granules d'amidon dans le grain présentent une variabilité génétique qui n'a pas changé.

D'un point de vue sensoriel si la comparaison à l'instant t est pertinente il est toutefois délicat de comparer des produits d'époques différentes tant les technologies ont leur part dans l'établissement du produit final mais également tant chacun d'entre nous est sujet à l'idéalisation du passé et manifeste un manque d'objectivité.

Ce point mérite un certain approfondissement. Le blé et la farine qui en est tirée ont dû s'adapter aux évolutions des procédés technologiques et notamment ceux de la boulangerie. La mécanisation et la rapidité croissante des différentes étapes des procédés de transformation ont été constantes. Cela a demandé aux sélectionneurs de modifier les caractéristiques technologiques des variétés. Aiguillonnés en cela par le règlement de mise sur le marché édité par le CTPS, les sélectionneurs proposent aujourd'hui des blés tout aussi aptes à faire notre fameuse baguette nationale mais dont la force boulangère (qualifiée par la valeur du W) a triplé en un siècle. Sans cet effort nos boulangers d'aujourd'hui seraient dans l'incapacité de fournir ce produit standard.

L'aspect sanitaire s'est également amélioré mais plus en raison des évolutions des techniques agronomiques que de la sélection. C'est toutefois probablement l'aspect sur lequel des progrès restent à réaliser et l'apport des biotechnologies sera sans doute important pour

cet objectif. A noter toutefois le développement de variétés particulièrement tolérantes aux parasites, utilisées en agriculture biologique, mais cette dernière reste malgré tout à ce jour encore un marché de niche.

Les évolutions récentes sont à l'image de notre société avec une spécialisation des produits. Une segmentation voit de plus en plus le jour et multiplie d'autant les objectifs à atteindre pour les sélectionneurs. Si le marché intérieur noble est celui de la boulangerie il faut toutefois souligner que les plus gros débouchés sont l'exportation et l'alimentation animale. Chacun de ces marchés répond à ses propres contraintes et peut requérir des variétés spécifiques notamment en alimentation animale pour les monogastriques. De même des demandes très spécifiques en biscuiterie, en amidonnerie et en boulangerie permettent de développer des variétés adaptées (composition de l'amidon, teneur en pentosanes, différentes forces boulangères, extensibilité...). Ces variétés sont en règle générale commercialisées à travers des filières tracées et bénéficient d'une rémunération plus attractive.

- Le Maïs

Dans nos pays européens cette céréale est majoritairement utilisée en alimentation animale. Outre la transformation, car elle intervient dans de très nombreux produits transformés, elle est consommée par l'homme en tant que semoule ou pour les utilisations spécifiques de maïs doux.

La principale révolution génétique sur cette espèce a été la généralisation de l'hybridation et l'utilisation comme déjà indiqué du phénomène d'hétérosis. L'amélioration de la capacité grainière des lignées parentales a entraîné la généralisation des hybrides simples (croisement direct de deux lignées parentales). La progression en matière de rendement est totalement similaire à celle du blé tendre.

L'impact qualité que ce soit nutritionnel, sensoriel ou sanitaire est globalement neutre à ce jour. Comme en blé tendre des usages spécifiques génèrent des activités de sélection particulière. On citera les maïs blancs, les maïs riches en huile, les maïs waxy à teneur en amylopectine améliorée. La sélection des maïs doux est principalement développée aux Etats-Unis et l'aspect gustatif y est important. Toutefois en France cette production totalement intégrée en filière ne revêt pas une importance majeure pour les sélectionneurs.

- Le Blé dur

Le blé dur est l'exemple même d'une évolution variétale conjointe pour les caractéristiques agronomiques et technologiques. Rappelons que le blé dur est exclusivement destiné à l'alimentation humaine sous forme principale, en Europe, de pâtes alimentaires et à un degré moindre de semoule. L'histoire du blé dur en France est totalement liée à la décolonisation. L'objectif affiché des années 60 étant donc l'approvisionnement en France des semouleries nationales. L'évolution agronomique a bénéficié des progrès réalisés en blé tendre avec notamment l'introgession des gènes de nanisme qui ont permis de concilier rendement et teneur en protéines, un élément incontournable de la qualité des pâtes.

Le CTPS a joué un rôle primordial dans le développement de cette espèce, chaque nouvelle variété étant transformée, en lot pur, pour obtenir des pâtes alimentaires soumises à un panel d'experts avec évaluation de huit critères qualités (dont la couleur, la tenue à la cuisson et la valeur semoulière) tous éliminatoires. Il s'agit là probablement de la forme la plus aboutie de l'implication des industriels et des consommateurs sur le choix de la matière première.

Au-delà de l'autosuffisance de la France la qualité ainsi développée (essentiellement d'un point de vue technologique) a permis une percée significative des blés durs français à

l'exportation. Ceux-ci ont progressivement supplantés les blés « améliorateurs » nord américains. Parallèlement l'image des pâtes alimentaires a profondément changé passant de la catégorie des « féculents » à celle des « sucres lents » bénéfiques pour la performance, quasiment un aliment santé.

Parallèlement des usages particuliers se sont développés comme le blé dur entier précuit (développé premièrement sous la marque Ebly et sous de nombreuses marques dorénavant), permettant une diversification des utilisations et ouvrant de nouvelles pistes à l'Amélioration des plantes.

- Le Riz

Quelques mots sur cette céréale importante en alimentation humaine bien que peu cultivée en Europe et plus particulièrement en France. Cette céréale fait l'objet d'attentes et de souhaits forts de la part des consommateurs. Ceux-ci plébiscitent des grains longs parfois aromatiques et à cuisson rapide. Ces évolutions doivent maintenant être prises en compte par les sélectionneurs et de nouveaux projets ont vu le jour pour intégrer totalement dans les schémas de sélection ces caractéristiques. Nous devrions voir dans un futur, espérons le, proche de nouvelles variétés en Europe et en France permettant une meilleure valorisation.

L'apport des nouvelles technologies

La découverte des enzymes dites de restriction permettant de segmenter l'ADN en 1965 ainsi que les possibilités de transfert de gènes par *Agrobacterium* en 1977 ont ouvert l'ère des biotechnologies. Les premières plantes transgéniques ont ainsi vu le jour en 1983, il y a maintenant plus de vingt ans. De nouveaux champs d'application ont alors été explorés non seulement par la recherche publique mais plus encore par la recherche privée. Le séquençage des génomes est devenu un enjeu majeur. L'ambition de connaître chaque gène et par là même contrôler son fonctionnement a justifié les sommes considérables investies. L'Amélioration des Plantes n'a pas été la première science intéressée. Elle a plutôt tiré profit des énormes efforts générés autour de la connaissance du génome humain.

Les technologies se sont depuis perfectionnées et l'on peut schématiquement évoquer deux utilisations majeures des biotechnologies.

- **La transgénèse**, probablement la technique la plus médiatisée du moins en Europe, qui a permis de doter les plantes de nouvelles fonctions. Les principaux travaux ayant débouché actuellement ont pour objectif premier l'amélioration des conditions de production.

En céréales c'est essentiellement le maïs qui a bénéficié de ces travaux avec plus particulièrement la résistance à la pyrale et à la chrysomèle, deux insectes faisant des ravages considérables. Toutes les études menées par les diverses Agences Sanitaires ont conclu, dans ces deux cas, à l'absence d'effet néfaste sur la santé humaine. On peut même noter un effet positif puisqu'il a été démontré qu'un maïs résistant à la pyrale était également moins sujet aux attaques de *Fusarium* et donc présentait moins de mycotoxines qu'un maïs traditionnel.

Demain on attend l'arrivée « d'alicaments » dont la première application devrait être le riz doré, riz enrichi, grâce à la transgénèse, en vitamine E qui permettrait d'éviter de nombreux cas de cécité dans les pays en voie de développement. Malheureusement l'imbroglio juridique autour de la prise de brevets ainsi que les oppositions actuelles sur les OGM n'ont pas permis à cette innovation, bien que son inventeur veuille rendre son accès gratuit, de se développer pour l'instant.

- **La génomique** qui permet d'avoir maintenant une connaissance de plus en plus précise des gènes et de leur régulation. Le séquençage, la recherche de marqueurs, la mise à disposition de mutants, les travaux sur plantes modèles dont le riz, le tout combiné au développement

d'outils statistiques ont permis de localiser finement les gènes impliqués dans de nombreuses fonctions métaboliques.

Parallèlement des travaux sont menés pour remonter cette fois de la protéine au gène. Ainsi parle-t-on également de protéomique et de métabolomique qui ont comme la génomique l'ambition de toujours mieux comprendre les processus biologiques.

Ces connaissances sont déjà utilisées en routine et le seront encore plus demain pour relever les nombreux challenges qui se présentent aux agriculteurs. De l'exploitation de la variabilité génétique à des suivis précis de certains allèles on peut s'attendre à des progrès conséquents non seulement sur des cibles agricoles mais également sur des aspects sanitaires avec comme première application une meilleure tolérance aux *Fusarium* en céréales.

Ces deux grandes applications sont totalement complémentaires et devraient apporter des progrès sensibles dans les prochaines décennies.

Bilan

Nous l'avons vu les efforts de sélection ont permis des évolutions certaines non seulement d'un point de vue agronomique mais également qualitatif. Le rôle du CTPS y a été déterminant. Si des techniques ou technologies ont engendré des sauts technologiques importants c'est plus généralement une co-évolution qui a guidé les travaux de sélection et permis de garantir des produits de haute qualité.

Si l'on reprend les trois aspects de la qualité le bilan est le suivant :

Au plan nutritionnel : les compositions chimiques des grains de céréales n'ont que peu évolué. La proportion des différents constituants peut varier mais l'impact nutritionnel d'origine variétale est généralement faible voire négligeable par rapport à l'effet du milieu, de la fertilisation et bien évidemment des traitements technologiques. Cependant la diversité génétique existe pour certains minéraux et oligo-éléments. Ce domaine pourrait faire l'objet de recherches à développer.

Au plan technologique et sensoriel : c'est le domaine où les plus grands progrès ont été réalisés par la prise en compte des demandes des consommateurs avec des exemples criant en blé dur et en riz mais également la prise en compte des besoins des industriels de la transformation (notamment pour le blé tendre et le riz). Paradoxalement cette amélioration n'a pas toujours été ressentie au niveau des consommateurs plus sensibles à l'image du passé.

Au plan sanitaire : il ne fait aucun doute que la valeur sanitaire a augmenté tout au long du XX^{ème} siècle mais on pourrait parler d'amélioration « passive » pour la sélection. Nul doute que l'amélioration de la résistance aux parasites et aux insectes contribue à l'amélioration générale mais force est de reconnaître que ce sont essentiellement les avancées technologiques tout au long de la chaîne alimentaire à commencer par la protection des semences, les traitements fongicides, les conditions de conservation et de transport qui ont permis de progresser. Cependant à notre époque où les techniques d'analyses permettent de traquer la moindre trace de produit chimique une pression, parfois irraisonnée, voit le jour pour obtenir des produits plus sains intrinsèquement et également meilleurs pour la santé humaine. A ce titre le premier dossier important est et sera celui des mycotoxines. Cette

question est déjà débattue depuis de nombreuses années et intégrée dans les programmes de création variétale. L'attente est donc forte dans ce domaine.

En résumé si la qualité sanitaire s'est améliorée la demande s'est fortement amplifiée créant un certain décalage de perception.

3.2.2 sélection oléagineux : toujours en attente

3.3. TECHNIQUES CULTURALES :

3.3.1 Impact des avancées scientifiques et techniques sur la qualité du blé

A. Contexte général de la production

Lorsque la France, en 1949, à la demande de l'Association Générale des Producteurs de Blé (AGPB), a exprimé le désir de figurer parmi les pays **exportateurs** de blé dans le premier accord international sur le blé, à Washington, l'étonnement fut à la mesure de son ambition. A l'époque, en effet, notre pays dépendait encore des approvisionnements extérieurs pour satisfaire ses propres besoins et la production était destinée uniquement à l'alimentation humaine. Mais déjà apparaissaient les éléments qui devaient conduire au développement souhaité de la production céréalière française et nous amener à la situation actuelle (Tableau 1).

	1950	2000
Production française de blé	7 millions de tonnes	36 millions de tonnes
Rendement moyen (q/ha)	17,8 q / ha	72,7 q / ha
Utilisation humaine	Environ 100 %	Environ 14 %
Situation de la France	Importatrice	Exportatrice pour 54 % de sa production

1. La situation des années 1950 aux années 70 :

Le contexte de l'époque peut se résumer en quatre points : la production française est de sept millions de tonnes, le rendement moyen par hectare est de 17,8 quintaux, la seule destination est la consommation humaine, la France est **importatrice** de blé tendre.

1.1. **Les critères et les débats sur la qualité** à cette période s'articulent autour de la « valeur boulangère des farines » qui découle de « l'aptitude boulangère des blés

- *La qualité technologique* du grain est considérée comme une caractéristique variétale. Un classement des variétés en cinq groupes est proposé : de $W > 150$ pour les : blés de haute qualité ou blés de force (Magdalena) à $W < 50$ pour les blés de mauvaise force boulangère (Noël).
- *Le poids spécifique*, quant à lui, est présenté comme une notion discutable, qui ne correspond pas forcément à la valeur réelle d'un blé. Mais le prix légal du blé tient compte de cet élément.
- *La propreté des blés* : toute une série « **d'impuretés** » est listée (grains anormaux, malades et altérés, graines étrangères, matières inertes, ...).

1.2. L'alimentation animale

Lorsque les excédents de blé ont commencé à atteindre des chiffres importants, il a été décidé **d'utiliser des blés pour la nourriture animale**. L'utilisation du blé tendre pour l'alimentation animale commencera réellement à prendre forme avec les récoltes importantes de 1962, 1964 et 1965. En 1973-1974, elle dépasse les 2 000 000 de tonnes. Mais il s'agit essentiellement d'un marché qui se satisfait de qualités qui ne répondent pas aux demandes de la consommation humaine.

1.3. Les exportations

La France **deviendra exportatrice en 1953** : 1,2 million de tonnes sont exportées en 1953-1954. En 1973-1974, cinq millions de tonnes sont exportées vers la CEE et cinq millions de tonnes vers les pays tiers (dont environ 1,5 million de tonnes sous forme de farines). En 1984-1985, le total des exportations représente 17 millions de tonnes (dont environ deux millions de tonnes sous forme de farine).

2. La situation en 2000

La situation en ce début de troisième millénaire est la suivante : la production française est de 36 millions de tonnes de blé tendre, le rendement moyen par hectare est de 72,7 q, **l'utilisation française en alimentation animale est supérieure à la consommation humaine** (20 % contre 14 %), **la France exporte plus de la moitié de sa production de blé tendre** (19 millions de tonnes, soit environ 54 %).

B. Les apports de l'agronomie

Les apports de l'agronomie à la céréaliculture peuvent s'apprécier au travers de différents indicateurs, plus ou moins globaux et de natures diverses : agronomique, économique, sociologique, ...

Après avoir rappelé l'évolution de certains d'entre eux, - parmi lesquels le rendement / hectare constitue un premier indicateur de résultats - nous verrons comment chaque étape de l'itinéraire technique de production a contribué - ou non - à l'évolution de la qualité de la production des blés.

1. Quelques indicateurs agronomiques

1.1. L'évolution du rendement du blé tendre : **une progression inexorable ?**

La progression du rendement moyen français en blé tendre sur les 50 dernières années est linéaire et se situe à + 1,2 q / ha / an (+ 1,0 q / ha / an sur la période 1950-1975, + 1,4 q / ha / an sur la période 1975-2000, en particulier grâce à l'arrivée et l'utilisation généralisée des produits fongicides en végétation).

A noter que cette tendance (+ 1,2 q / ha / an), a tendance à s'amortir depuis ces 5 dernières récoltes.

Cette progression est classiquement affectée pour 50 % au progrès génétique et pour 50 % au progrès technique. Le rendement potentiel du blé dans nos conditions climatiques se situe au minimum à 145 q / ha / an (à 14 % d'humidité).

Le meilleur rendement moyen national obtenu en France à ce jour a été de 77,5 q / ha / an en 1998, soit environ 50 % du rendement théorique potentiel.

1.2. L'évolution de la qualité : **une amélioration ou un maintien**

Depuis les années soixante-dix, l'ONIC et ARVALIS-Institut du végétal conduisent une enquête « qualité » sur la collecte des blés en France. Les critères mesurés sont :

- **la teneur en protéines** : elle est calculée à partir de la teneur en azote, multipliée par le coefficient 5,7. Elle conditionne la quantité de gluten et, par conséquent, est un élément de la valeur boulangère ;
Sur les 25 dernières années, **la teneur moyenne en protéines est restée pratiquement stable**, autour de 11,5 %. Il existe cependant de fortes variations inter – et intra annuelles. La meilleure teneur en protéines (13,4 %) a été obtenue en 1986, la plus mauvaise (10,8 %) en 1978.
 - **l'essai à l'alvéographe Chopin** : le W est une bonne indication de la force boulangère qui est en relation avec la quantité d'eau absorbée au pétrissage. Le gonflement G est plutôt en rapport avec le volume du pain ;
Historiquement, depuis la fin des années 70, **les évolutions ont été positives pour le W qui a considérablement progressé**, passant de 150 dans les années 1970 à plus de 220 actuellement pour les BPS. (blés panifiables supérieurs) De 1985 à 1994, la moyenne française a progressé encore plus vite du fait de la part croissante des variétés BPS dans la sole. Le développement de la variété Trémie (BAU : blé pour autres usages que la panification française) entre 1995 et 1998 a freiné cette progression. La proportion des BPS est à nouveau croissante depuis 1998 et atteint 80 % pour les semis de l'automne 2003.
 - **l'indice de Zeleny**, qui donne une indication globale sur la quantité de gluten et sur la qualité. Il est en relation avec la force boulangère
 - **l'indice de chute de Hagberg** : il est utilisé pour déterminer l'activité amylasique, qui est un des facteurs de la valeur boulangère. La présence de grains germés ou en voie de germination rend cette activité trop élevée, ce qui est préjudiciable à la panification, celle-ci pouvant même être rendue impossible.
- Ces deux critères relèvent de l'aléatoire** car ils sont très liés à des accidents climatiques. En règle générale, ils ne posent pas de problème dans la collecte française, mais ils peuvent ponctuellement pénaliser très fortement une région.

3. Principales avancées à chaque étape de l'itinéraire technique :

o Travail du sol et semis : **la maîtrise de l'implantation des cultures**

A l'origine, le semis relevait d'un pari fou (manger le grain ou le semer) dans la mesure où les rendements étaient de l'ordre de un grain et demi récolté pour un grain semé. Pendant des siècles, jusque vers 1950 – ce ratio restera inférieur à 10 (3 grains récoltés pour un grain semé en l'an 1200, 4,3 grains entre 1300 et 1500, 6,3 grains entre 1500 et 1800 et environ 10 grains jusque vers 1950). Actuellement, l'ambition du semis est de produire environ 100 grains / grain semé. Pour ce faire, le producteur joue sur deux points essentiels :

- la qualité du semis (préparation du sol et mise en terre de la semence). Voir s'il faut développer ce point qui n'a pas d'incidence directe sur la qualité,
- la qualité de la semence.

L'association de la génétique avec le traitement phytosanitaire fait aujourd'hui de la semence un produit hautement technologique à forte valeur ajoutée et constitue un élément de progrès très important en matière de technique agricole.

Indépendamment du fait que le taux d'utilisation de semences certifiées de blé tendre ait tendance à stagner, on constate une nette évolution dans le choix des variétés semées par les agriculteurs : les variétés de blés panifiables représentent aujourd'hui plus de 85 % des surfaces semées alors qu'elles ne représentaient que 70 % des surfaces semées il y a une dizaine d'années.

o Le pilotage de la fertilisation azotée = **vers une maîtrise du taux de protéines**

L'évolution sur les produits fabriqués implique de nouvelles attentes en matière de qualité, qui ont comme point commun des **exigences précises sur les teneurs en protéines** (Cf. tableau 2).

Tableau 2 : Principales attentes en matière de qualité des farines

	1. Pain français				2. Viennoiserie	
	Frais	Cru surgelé	Précuit surgelé	Cru fermenté surgelé	Frais	Surgelés
Teneur en protéines (%)	10-11	11-13	11-12	> 15	11-13	12-14
W	150-250	200-350	200-250	> 300	200-300	250-400
P/L	0,5-0,7	0,5-0,7	0,5-0,7	0,5-0,7	0,5-0,8	0,5-0,8
Indice de chute de Hagberg (s)	200-250	250-300	200-250	250-300	250-300	250-350

Par ailleurs, la grille de classement des blés français retenue depuis 2001 s'appuie sur trois critères technologiques, dont la teneur en protéines.

Après la variété, la teneur en protéines des blés dépend directement de la nutrition azotée de la culture, elle-même fonction de la disponibilité en azote (fournitures par le sol et apports par les engrais) et de la climatologie (alimentation en eau et température).

Si le producteur a peu de moyens d'action sur ce dernier facteur, la maîtrise de la nutrition azotée de la culture passe aujourd'hui par un pilotage précis (quantité et fractionnement) des apports azotés, associé à une bonne connaissance de la fourniture en azote du sol (analyse des reliquats azotés présents). Les méthodes de pilotage s'appuient sur la connaissance de l'état de nutrition azotée de la plante, mesuré soit directement par dosage de la concentration en nitrates dans la sève (Méthode JUBIL[®]), soit par détermination indirecte (mesure de réflectance par télédétection, au sol ou par images satellites, mesure par transmittance). Ces avancées ont permis de maintenir la teneur moyenne en protéines de la collecte française autour de 11,5 % durant les 25 dernières années. Il existe cependant encore de fortes variations inter et intra annuelles.

La prévision d'évolution de la teneur en protéines est difficile à établir. La diffusion des méthodes de pilotage de la fumure azotée, la généralisation du fractionnement de la fertilisation, l'attention portée au choix variétal **pourraient entraîner un accroissement du taux moyen de protéines**, mais elles permettront surtout de limiter les « accidents » (teneur inférieure à 10,5 % par exemple). Il faut cependant être conscient que des contraintes trop fortes sur la fumure azotée pourraient pousser certains prescripteurs, et certains agriculteurs, à sous-fertiliser les blés en azote. La sanction « qualité » serait alors immédiate.

- La protection phytosanitaire : **une amélioration de la qualité sanitaire**
- *Le désherbage* : après la vulgarisation du semis en ligne et des bineuses mécaniques à la fin du XIX^{ème} siècle, on a assisté, en réponse au manque de main d'œuvre, à la mise au point des premières méthodes de **désherbage sélectif des céréales** (d'abord utilisation de l'acide sulfurique dilué, puis emploi des colorants nitrés, -suivi par les phytohormones de synthèse en 1945). Suivra ensuite toute la série des « anti » : anti folle avoine, anti-dicotylédones, anti vulpin, anti graminées de pré ou post levée. Aujourd'hui, l'emploi de sulfonilurées réduit l'utilisation des matières actives à quelques grammes par hectare.

Au-delà de cette évolution des matières actives, **les outils de raisonnement** pour décider de la pertinence d'une intervention sont de plus en plus opérationnels (kit de diagnostic, PCR, ...). De même, les adventices sont de mieux en mieux connus, les systèmes d'avertissements sont de plus en plus précis, couplés à une prévision météorologique à court terme de plus en plus fiable ; les pulvérisateurs deviennent des mécaniques de précision, capables de répartir quelques grammes de matière active dans 50 litres de solution par

hectare. Les dossiers d'homologation accordent une place considérable aux aspects toxicologie et environnement.

Tout ceci a permis de contribuer, d'une part à la **propreté de la récolte** du fait de l'absence quasi-totale de graines de mauvaises herbes (même si les graines de sept plantes : Mélilot, Nielle, Mélangier, Céphalaire de Syrie, Fenugrec, Ail et Ivraie, figurent encore au titre des impuretés dans les lots de blé), et d'autre part à l'**absence de résidus phytosanitaires issus des herbicides** dans les grains.

○ *La lutte contre les maladies*

Les traitements fongicides des céréales en végétation ont été autorisés en 1972. Jusqu'à cette date, il n'existait pas de moyens de lutte en végétation. Aujourd'hui, la totalité des surfaces en blé sont protégées au moins une fois contre les maladies cryptogamiques.

Si cette technique n'a pas d'effet sur la teneur en protéines, -mais vise essentiellement à limiter les pertes de rendement liée aux maladies – il existe tout un faisceau de présomption sur son effet indirect contribuant à **limiter les teneurs en mycotoxines** (en luttant en particulier contre *Fusarium Roseum*, à l'origine de la présence du DON = déoxynivalénol), effet d'autant plus important dans le contexte actuel de mise en place d'un règlement européen de limitation des teneurs en mycotoxines produites au champ (les mycotoxines de stockage sont déjà réglementées).

○ La récolte à la moissonneuse batteuse = **pour un grain sec et propre**

La récolte des céréales a pour but de recueillir un grain propre à la consommation. Ce but est atteint au moyen d'une part du moissonnage (action consistant à couper les céréales) et d'autre part du battage (action consistant à séparer le grain du reste de la plante).

Pendant très longtemps (jusque vers les années 1950), ces travaux ont été réalisés en deux phases distinctes : le produit était d'abord moissonné et mis en gerbes, puis transporté en l'état sur l'aire de battage où le grain était finalement séparé de la paille et des balles dans un deuxième temps.

La moissonneuse batteuse, qui réalise simultanément les deux opérations, a connu son plein succès en France à partir des années 1955 (environ 20 000 machines en service à cette époque).

Son intérêt essentiel réside dans la spectaculaire diminution du temps de travail (et de la pénibilité) nécessitée par cette opération. (Cf. tableau 1).

Tableau 1: Evolution du temps nécessaire à la récolte d'un hectare de blé et d'un quintal de blé au cours des 50 dernières années

Année	1950	1960	1970	1990	2000
Temps nécessaire pour récolter 1 ha	100 heures	70 heures	12 heures	3,5 heures	2,5 heures
Rendement moyen	20 q / ha	30 q / ha	45 q / ha	80 q / ha	90 q / ha
Temps pour récolter 1 quintal	5 heures	2,3 heures	0,3 heure = 18 minutes	0,04 heure = 2-3 minutes	Environ 1 minute

Les organes de nettoyage, associés à l'absence de stockage en gerbes, **permettent de livrer aujourd'hui un grain sec et propre**, exempt de contaminations liées aux moisissures qui pouvaient se développer durant le stockage des gerbes. Cette propreté améliorée des blés a également permis à l'époque le retour au nettoyage à sec au moulin.

Les perspectives offertes aujourd'hui par les capteurs de rendement et / ou de la qualité, embarqués sur les moissonneuses batteuses laissent espérer une gestion de la qualité du

grain (teneur en protéines) au niveau intra parcellaire (en séparant les zones de bonne qualité des zones de qualité plus faible).

—

3.3.2 Oléagineux :

En colza, entre 1942 et 1997, la croissance moyenne des rendements était de 0,44q/ha/an. Les rendements qui étaient d'environ 10 q/ha dans les années 1940 sont passés à plus de 30 q/ha dans les années 1990. Les rendements les plus élevés s'obtiennent dans les régions septentrionales. Ainsi, pour la période 1997-2001, la région Champagne Ardenne atteint en moyenne 34,3q/ha, alors que la région Poitou-Charentes se situe à 30,1q/ha. Sur la période entre 1966 et 1998, le colza a gagné en moyenne 0,51 q/ha/an, qu'il s'agisse des dix, quinze ou vingt dernières années. Cette tendance présente des variations régionales, par ex. en Ile de France, elle était de 0,61 q/ha/an tandis qu'en Midi-Pyrénées, elle représente 0,50q/ha/an. Il faut noter que les variations annuelles de rendements sont fortes quelle que soit la zone étudiée.

La teneur en huile des graines de colza se situe en moyenne annuelle entre 42 et 44%, la teneur en protéines du tourteau entre 38 et 41% de la matière sèche ²

En tournesol, «les rendements ont progressé régulièrement jusqu'en 1981 (irrigation, effet génétique, sols profonds). Ensuite, on a assisté à une relative stagnation du rendement (sécheresse, maladies, culture sur sols superficiels, certaine extensification) en réponse à la baisse des prix du début des années 1990. Sur la période 1972 – 1998, le tournesol a gagné en moyenne 0,24q/ha/an. Par contre, à la différence du colza, la progression annuelle des rendements pour les années récentes est presque nulle, entre autres en raison des années sèches, de nouvelles maladies, d'une relative extensification des conduites (...) les rendements actuels se situent autour de 23 q/ha (moyenne 1996-2000). La variabilité des rendements de tournesol en France est une des caractéristiques de cette production. Parmi les hypothèses avancées pour expliquer ce phénomène, on trouve les attaques de maladies, la localisation du tournesol dans les milieux à moindre potentiel de rendement (déficit hydrique estival), la moindre intensification des conduites. Il faut noter que les variations annuelles de rendement sont fortes quelque soit la zone étudiée. La teneur en huile de la graine se situe autour de 46% et celle des protéines autour de 33% de la matière sèche (1)

Il est notable que le potentiel génétique des variétés actuelles (qui se situe au delà de 50q/ha, tous facteurs limitants levés) est relativement mal valorisé au niveau des rendements, du fait de facteurs limitants agro-climatiques.

En soja, qui est cultivé essentiellement dans le Sud et le Nord-Est de la France, « classiquement, l'essentiel des surfaces se trouve en zone Sud (...) Les rendements moyens sont du même ordre de grandeur dans les deux bassins de production (entre 25 et 30 q/ha depuis 4ans). (1)

« Améliorations génétiques et agronomiques et protection phyto-sanitaire. Rôle du sélectionneur, à l'interface de la génétique et de l'agronomie : ouverture du panel des variétés disponibles »

Au niveau des cultures oléagineuses, compte tenu de la relativement faible disponibilité des solutions phytosanitaires et de leur coût, une partie importante des efforts de sélection a très

² (1) (Sébillote C, Ruck L. Messéan A. (dir), 2003, *Prospective compétitivité des oléagineux dans l'Avenir. CETIOM, Paris. III*

tôt été orientée vers la recherche de résistances aux maladies, cette tendance étant plus marquée en tournesol qu'en colza.

Au niveau de la tolérance du colza aux maladies, la principale avancée importante a été la tolérance à la cylindrosporiose, quasi généralisée dans la gamme variétale française au début des années 90, permettant des interventions raisonnées et très limitées contre cette maladie. Cette tolérance a permis de gagner une intervention fongicide. Actuellement, l'essentiel des efforts dans ce domaine est consacré à la tolérance au phoma (*Leptosphaeria maculans* L.) utilisant des résistances spécifiques qui se sont révélées fragiles. Cet effort est réorienté vers l'utilisation de résistances «horizontales» plus robustes. Cet effort devrait permettre de ne pas recourir à grande échelle au traitement fongicide, technique en l'occurrence d'efficacité et de fiabilité imparfaites. Le phoma peut entraîner des pertes de rendement conséquentes et l'échaudage des graines.

Les autres maladies du colza, notamment les maladies de fin de cycle, sont maîtrisées par l'utilisation de fongicides, dont l'utilisation curative peut être raisonnée et permet de régulariser le rendement comme la qualité de la récolte (remplissage des graines, teneurs en huile). Seul le sclérotinia doit être traité préventivement en début de floraison.

Au niveau de la tolérance du tournesol aux maladies,

- L'avancée majeure a été la mise à disposition de variétés tolérantes au phomopsis, permettant de réduire les traitements fongicides dirigés contre cette maladie et de mieux la contrôler. L'utilisation combinée de mesures agronomiques et des tolérances variétales offre des possibilités de contrôle intégré de la maladie et de moindre utilisation de l'intrant fongicide.
- La résistance au mildiou permet le maintien de la culture, et la moindre utilisation du fongicide en traitement de semence, bien que de nouvelles races apparaissent régulièrement..
- Le bon comportement des variétés au sclérotinia du bourgeon terminal ainsi qu'un meilleur contrôle des doses d'azote a permis d'abandonner le recours au fongicide, solution par ailleurs techniquement complexe.

Ces tolérances aux maladies permettent d'une part une moindre utilisation de produits fongicides, d'autre part, dans le cas des maladies de fin de cycle notamment, une meilleure qualité de récolte.

L'offre variétale s'est fortement développée ces dernières années :

	1970	1980	1985	1990	1995	2000	2004
colza hiver		4	6	10	28	82	92
tournesol	5	9	34	67	128	144	94*
soja	1	12	18	49	49	34	42

**hors variétés non résistantes au mildiou*

Tab : évolution du nombre de variétés décrites sur les guides culture CETIOM

En tournesol et soja, la seconde partie des années 80 a vu une forte augmentation de l'offre variétale, qui s'est poursuivie pour le tournesol et a culminé pour le soja dans les années 90. Le colza a vu un développement de l'offre variétale plus tardif.

Les principaux sauts qualitatifs de cette offre sont :

Colza :

- variétés à faible teneur en acide érucique : 1973
- variétés 00 (0 érucique, 0 glucosinolates) : 1977 / 1983
- variétés composites hybride-lignée (CHL) : 1994/95
- variétés hybrides restaurées : 2000

Tournesol :

- premières résistances au mildiou : années 70
- tolérance au phomopsis : 1987
- Premiers tournesols à haute teneur en acide oléique en 1991
- tolérance au sclerotinia du bouton terminal en voie de généralisation années 90
- Résistances aux nouvelles races de mildiou : milieu des années 90

Soja :

Amélioration progressive des teneurs en protéines et de la précocité des variétés, autorisant une culture de plus en plus septentrionale (jusqu'en 1992) + amélioration de la sensibilité à la verse et au sclérotinia.

Problème des insecticides sur colza : mise au point d'une technique permettant de les enlever, puis de colza sans insecticide

C'est le développement des insecticides efficaces sur coléoptères qui a permis l'extension de la culture du colza à grande échelle. Les insecticides pyréthrénoïdes ont constitué une innovation capitale, dans la mesure où, à partir de la fin des années 1970, ils se sont substitués avantageusement aux insecticides organo-phosphorés plus dangereux pour la faune auxiliaire et aux caractéristiques peu favorables en termes de toxicologie, de santé humaine et de devenir dans l'environnement. Malheureusement, des phénomènes de résistances des insectes à ces matières actives apparaissent aujourd'hui, sans que des solutions de remplacement de qualité comparable apparaissent. La voie des OGM pourrait apporter des solutions, la principale question d'ordre agronomique étant la durabilité de ces solutions (apparition de résistances chez les ravageurs). La situation actuelle du thème OGM en Europe ne laisse pas envisager d'utilisation à court et moyen terme de ces méthodes.

Sur les cultures oléagineuses, la quantité de matières actives appliquées a tendance à diminuer. Mais on butte clairement sur l'insuffisance des efforts de recherche et d'innovation en matière de protection phytosanitaire pour les cultures oléagineuses, effort nettement inférieur à celui mené pour les céréales, du fait des stratégies mondiales des firmes phytosanitaires et des tailles relatives des marchés. Les cultures oléagineuses utilisent beaucoup de matières actives mises au point pour d'autres cultures.

Pistes pour le futur :

Agriculture de précision : à ce jour, développement limité ; pour l'avenir ?

Les bénéfices de l'agriculture de précision se traduiront au niveau de l'ensemble du système de production, et devraient permettre d'accroître la compétitivité économique par une meilleure valorisation des intrants et une régularisation des rendements et de la qualité des récoltes. Le développement de la télédétection par satellite et l'équipement de capteurs embarqués et de GPS sur les machines agricoles permettront de concrétiser ces potentialités dans des systèmes de production de grandes structures, ce qui est la tendance actuelle, globalement favorisée par les politiques agricoles en cours.

Agriculture Biologique

Les enjeux de la production de blé tendre biologique en France³ :

³ Extrait de l'article de Christophe David, Philippe Viaux et Jean-Marc Meynard dans le Courrier de l'Environnement de l'INRA n°51, février 2004

Plus d'un quart des consommateurs se tournent vers l'agriculture biologique (Sylvander, 2000). Elle fait l'objet d'un soutien politique à l'échelle communautaire. . Le marché représente aujourd'hui en Europe 2% des ventes totales de céréales.

En France, les céréales biologiques constituent 40% du marché des produits biologiques. Alors que l'offre nationale de céréales biologiques ne représentait que 40% des besoins de la filière en 1998, le taux de couverture a atteint 100% en 2003. Cette hausse des volumes fait suite à la forte revalorisation des aides à la conversion des productions céréalières.

190 meuniers étaient agréés et certifiés «bio » en 2003. Mais, confrontés à une production éparpillée géographiquement et à des approvisionnements irréguliers en volume et en qualité, les minotiers ont de plus en plus de mal à rentabiliser leur outil de production. De telles difficultés ont limité l'intérêt des grands groupes meuniers conventionnels pour ce secteur.

Contrairement à d'autres produits biologiques, l'écart de prix payé au producteur reste élevé pour les céréales entre produits conventionnels et produits biologiques (en moyenne trois fois plus élevé).

Concernant les résultats agronomiques, les rendements en blé biologique sont en moyenne, en Europe, 20 à 40% inférieurs à ceux obtenus en agriculture conventionnelle.

On note, depuis 10 ans, une stabilisation des rendements, autour de 4t/ha, induite principalement par le manque de recherche.

L'amélioration de la qualité technologique et nutritionnelle du blé biologique, qui seule justifiera pour une grande partie des consommateurs le maintien de l'écart de prix payé, nécessite le développement de recherches dans les domaines de la sélection variétale, mais aussi l'adaptation des process de fabrication. Ainsi, la contamination par les mycotoxines des grains de blé présente un risque sanitaire élevé en agriculture biologique.

Oléagineux :

Les surfaces de cultures oléo-protéagineuses restent modestes : moins de 10000 ha en 1998. Le colza reste pratiquement absent de ce mode de production (marché, difficultés de maîtrise de la culture au niveau phytosanitaire). Le tournesol et le soja sont par contre bien adaptés aux systèmes de production biologiques, dans la mesure où ces cultures nécessitent peu de produits phytosanitaires en culture conventionnelle : valorisation de l'investissement génétique pour la tolérance aux maladies, peu de ravageurs, possibilité de désherbage mécanique.

Les graines oléagineuses biologiques sont utilisées en huilerie, pour l'alimentation humaine et pour la fabrication d'aliment du bétail à partir de tourteaux ou de graines entières. Les huileries biologiques sont de taille modeste et peu nombreuses (une dizaine, pour la plupart localisées au sud de la Loire) et produite en majorité des huiles de tournesol biologique. Il est à noter que seules 10 à 20% des graines triturées dans ces unités proviennent du territoire national, faute de production. (cf dossier spécial Oléoscope N° 53 sept-octobre 1999).

Quelques innovations de rupture :

enrobage semences, avec utilisation de produits systémiques

Les traitements de semences constituent une voie importante d'amélioration des pratiques de protection des plantes, dans la mesure où ils permettent l'utilisation de quantités de matières actives très réduites. Les années 90 ont vu le développement de traitements de semences insecticides systémiques en tournesol, qui se sont substitués aux traitements antipucerons en végétation d'une part, et aux traitements de sols contre les taupins à base de lindane, de carbamates ou d'organophosphorés, permettant de réduire considérablement les quantités (passant de l'ordre du kilogramme par ha à l'ordre de la dizaine de grammes). Ces solutions

sont aujourd'hui remises en cause par la profession apicole du fait de la présomption d'effets indésirables sur les populations d'abeilles.

Des traitements de semences fongicides sont également utilisés en protection des semences et sur certaines maladies de début de cycle, notamment le mildiou du tournesol, en complément des solutions génétiques.

Il est remarquable que, tout particulièrement dans le cas des oléagineux, la semence est devenue un vecteur majeur d'innovation, par la génétique (résistances aux parasites, qualité des produits (profils en acides gras des huiles, teneurs en protéines, qualité des protéines...) et par l'utilisation des traitements de semences fongicides et insecticides. Ce phénomène s'est accentué dans les années 1980 et 1990.

La remise en question du labour :

A considérer cette question par culture, le colza s'accommode, en général, relativement bien du non labour, malgré son système racinaire pivotant, sous réserve de l'absence de problèmes d'enneigement hivernal et d'annoxie.

Le non labour convient assez mal au tournesol, culture au cycle estival dont le système racinaire est assez sensible aux accidents de structure. Les mauvais enracinements entraînent généralement des stress hydriques précoces qui se traduisent sur le rendement comme sur la qualité.

Considérée au niveau du système de culture, les effets indésirables du non labour peuvent se manifester au niveau du contrôle de la flore adventice et des maladies cryptogamiques, en liaison notamment avec la gestion des résidus des cultures précédentes.

Globalement, le non labour ne favorise pas l'expression du potentiel génétique des espèces oléagineuses.

3.4 EVOLUTION DU STOCKAGE de 1950 à aujourd'hui :

Les conditions de stockage ont fortement évolué depuis la fin de la guerre. Les périodes suivantes peuvent être distinguées :

1950

Les cellules sont de dimensions modestes, les bâtiments construits en béton abritent des cellules de 250 t unitaire, les fonds sont coniques, et quelques unes sont ventilées. Le vrac n'est pas le seul mode de transport, des sacs subsistent.

Les premières cellules métalliques grillagées de type « Poiraud » apparaissent sous les hangars. La construction de cellule métallique de type « Martin Baron » avec fond plat se développe, la capacité augmente, des tirants viennent compenser les efforts subits par ces grosses cellules.

La manutention est de 30 t/heure avec des élévateurs à structure en bois, les vis en auge assurent le transport de type horizontal. Le silo est piloté en local, les contacts de niveau et les changements de direction sont manuels, des fils d'acier avec poulie de renvoi assurent la transmission du mouvement.

Le grain est nettoyé avec les premiers séparateurs nommés « Tarare », l'air est évacué à l'extérieur. L'humidité des produits est contrôlée par les premiers humidimètres électriques 'Cera Tester' puis Hyb 21, mais le poids spécifique mesuré à l'hectolitre est surtout le critère prépondérant.

Les insectes sont combattus avec des poudres chimiques mélangées au grain. La conservation est surtout assurée par le transilage. L'entretien est fait par une main d'œuvre abondante mais peu qualifiée.

1970

Les constructions évoluent notablement en capacité, les silos béton sont construits en coffrage glissant, l'unité usuelle devient 1000t, les silos métalliques en tôles ondulées deviennent indépendants et extérieurs (Phénix roussies et Privé). La cellule atteint 10 mètres de haut sans avoir besoin de poteaux, le début des constructions palplanches apparaît avec la société RSCM.

Comme les volumes se sont accrus la conservation se complique, aussi la ventilation prend de l'importance et les premiers systèmes de ventilation vidange importée d'Australie font leur apparition, introduits en France par la société LORIN. Ceci va permettre de tirer un maximum de volume utile de la cellule.

La manutention change dans les silos, certes le débit augmente pour faire face à une récolte plus importante et plus rapide mais surtout de nouvelles machines apparaissent, les transporteurs à chaînes et les bandes transporteuses qui vont plus vite que les vis en auge et surtout qui se vident totalement évitant les mélanges. De nouvelles cultures sont en plein essor comme le Maïs, cette céréale récoltée humide demande d'ailleurs un séchage et c'est l'essor de la série des «Cominor » devenu depuis Satig.

D'autres constructeurs de matériel de silo vont se développer l'offre devient plus vaste et la compétition va améliorer les performances et la technologie de ces machines, surtout que le prix de l'énergie combustible va bientôt s'accroître fortement, le premier choc pétrolier est tout proche.

Le grain est mesuré avec les humidimètres électriques, la température des stocks est contrôlée avec les premières sondes fixes installées par le BTFC (bureau technique central du feu).

Les appareils de nettoyage de grains qui étaient de type rotatif deviennent des appareils à plan simple ou double, ils sont plus compact et peuvent donc se loger facilement dans les étages des tours de travail. L'air utilisé pour séparer le grain des impuretés est purifié par des cyclones, qui sont parfois complétés par des chambres de décantation pour limiter les rejets à l'extérieur.

Les constructions évoluent également en hauteur, les tours de travail deviennent hautes afin d'utiliser au mieux la gravité pour le travail du grain. Les ascenseurs vont aller de pair avec ces constructions.

La technologie de commande des installations connaît une révolution, les machines sont automatisées, les asservissements évitent une partie des mélanges. Le niveau de grain dans la cellule est détecté par des contacts à membrane protégeant un microcontact, l'information arrive directement au synoptique. Le chef de silo a une vision globale de son unité. Les commandes des trappes sont électriques, le pneumatique arrivera en fin de décennie.

1990

La profession a besoin de capacité de stockage longue durée et à un coût réduit, des nouveaux concepts apparaissent les silos « masse » .La construction de type hangar à plat constitué d'une charpente avec des parois de moins de 10 mètres de hauteur mais une largeur de 50 mètres permettent de tirer le meilleur parti de la forme naturelle du tas. Les capacités peuvent atteindre 60 000 tonnes en un seul bloc, la qualité n'est pas la priorité du moment.

D'autres techniques comme le silo « Dôme » vont être conçues, elles nous sont importées des USA.

Parallèlement à ce stockage les débits de manutention vont connaître une progression fantastique, il était temps car les remorques s'accumulent lors de la moisson. Le débit courant est de 100 t/heure et déjà le 200 et 300 t/heure se répand. Les moteurs sont plus puissants, les risques et les conséquences seront plus visibles, la sécurité fait son entrée. Les automates programmables apportent des solutions, ils sont capables de gérer une multitude de capteurs.

La masse de grain étant importante la conservation ne peut être réussie qu'avec des produits stabilisés aussi la mesure des caractéristiques physiques prend beaucoup d'importance.

Les silos possèdent tous un humidimètre, même les petits centres de collecte. Le livreur veut connaître immédiatement la qualité de son produit.

Les techniques de conservation tentent d'évoluer, le traitement avec les insecticides de contact est de moins en moins apprécié par les consommateurs, le froid peut être une solution reste son coût.

La poussière est surveillée, les cyclones sont remplacés par des filtres à poches, puis à manches. Les appareils de nettoyage sont de plus en plus performants, les tables densimétriques dans les silos permettent de satisfaire un client devenu très exigeant. Le marché lui permet et la nouvelle Pac va bientôt entrer en vigueur.

2000

La sécurité est devenue une préoccupation majeure de la société, des accidents industriels vont faire évoluer à marche forcée la profession.

La qualité produit devient un enjeu de survie car le prix du produit de base est devenu minima.

Les appareils pour mesurer les protéines se répandent dans les silos, la qualité sanitaire globale et les démarches ISO et HACCP se mettent en place chez les pionniers.

La machine de stockage a peu évolué depuis 20ans, mais l'esprit a changé. Les différents grains sont identifiées, contrôlées, tracées pour satisfaire un consommateur soucieux de sa santé.

La sécurité de l'installation est profondément modifiée, des capteurs de températures sont installés sur les machines sensibles.

Une nouvelle technique par infrarouge est utilisée pour le contrôle du grain et surtout elle permet de faire du préventif dans les locaux électrique souvent source d'incendie. Ces locaux techniques sont d'ailleurs de plus en plus l'objet d'attention, ils sont à l'écart des zones génératrices de poussières ou bien les locaux sont en pression positive avec air filtré. La supervision également fait son entrée dans le secteur, elle permet d'ajouter des outils de gestion pour la maintenance.

Les colonnes sèches pour les services de secours sont répandues, et d'autres techniques comme l'injection d'azote en cas de sinistre sont préconisées. Dans les années 80 seul le Carboglace avait été utilisé et bien sûr l'eau mais peu compatible avec les produits hygroscopiques entreposés.

Les tours de travail ouvertes, donc constituées uniquement d'une ossature évitent la compression en cas d'explosion, un constructeur avait déjà inventé l'élévateur tubulaire auto-portant dans les années 90.

Un élément majeur est également à noter, au fil des différents chocs économiques, le secteur silo a vu sa main d'œuvre de base disparaître. Le nettoyage assuré dans les années 50 avec des balais, est exécuté en 70 avec des aspirateurs mobiles, puis des réseaux spécialisés reliés à des centrales de nettoyage sont installés en 90. La technique a permis d'améliorer les conditions de travail, reste à convaincre que le nettoyage est un élément aussi important que la qualité du produit.

Parallèlement à ces évolutions techniques le marché a changé, ce qui conduit la filière à réduire l'humidité des produits (barème de référence). Les grains d'hier étaient admis avec 17% d'humidité, aujourd'hui l'exigence est de 15% voir inférieur, cela à 2 conséquences majeures. Le grain génère plus de poussières, les silos évoluent techniquement pour palier ce premier aspect. Le grain étant plus sec la conservation et la qualité du produit est mieux maîtrisée, cela va permettre de satisfaire le consommateur de demain.

Le silo de demain devra intégrer la qualité produit et la sécurité, donc des cellules plus modestes, surtout depuis le dernier rebondissement de la filière les mycotoxines, mais il devra aussi prévoir l'accès dans toutes les zones pour un nettoyage régulier des poussières. Il n'y a pas que le visible qui peut être dangereux.

Principales dispositions pour maintenir la qualité :

En cours de conservation, la qualité d'un lot risque d'être affectée par :

- la présence d'insectes,
- les dégradations dues à des rongeurs ou à des oiseaux,

– le développement de moisissures.

Pour qu'un lot de grains soit commercialisable, il faut qu'il soit exempt d'insectes vivants. C'est pour cette raison que les traitements insecticides sont réalisés assez systématiquement au moment du stockage en silo.

Les accidents de conservation sont dus à des conditions de stockage précaires, pour lesquelles deux paramètres principaux sont déterminants :

- la teneur en eau du grain et la température,
- l'humidité du grain à la récolte est généralement suffisamment basse pour que les risques puissent être maîtrisés en agissant seulement sur la température.

La **ventilation de refroidissement** des grains, outre son intérêt économique, limite le développement des insectes et des moisissures sans nécessiter l'utilisation systématique d'insecticides. Elle consiste à ventiler les grains en trois temps, par paliers de refroidissement successifs. L'objectif est de descendre le plus rapidement possible la masse du grain à la température de 12°C. En effet, à partir de cette température, les insectes et en particulier les charançons vivent à l'état ralenti et ne pourront plus se reproduire dans le grain.

De ce fait, la présence potentielle de résidus d'insecticides de stockage est fortement diminuée, voire même annulée.

La fumigation ?...

3.5 TRANSFORMATION :

Evolutions dans le domaine de la 1^{ère} et 2^{ème} transformation céréalière et impacts sur la qualité

3.5.1 Céréales :

Les matières premières autres que les céréales à savoir les matières grasses, les matières sucrantes, les ovoproduits, les produits laitiers et éventuellement le domaine enzymatique ne sont pas traités dans ce document.

Compte tenu de l'importance des levures dans la panification, un court paragraphe leur est consacré en préalable

Impact des évolutions technologiques sur la production industrielle de levure

Depuis plus de 150 ans, le levurier n'a eu de cesse d'abord de maîtriser le procédé de fermentation de la levure puis d'optimiser l'outil de production industriel de la levure et ses produits, se diversifiant progressivement pour s'adapter aux différents besoins de la filière boulangère, puis de l'industrie agroalimentaire. Son process de fabrication s'est enrichi des découvertes technologiques. La sélection des souches et l'expérience des techniques de propagation ont aussi conduit à des applications plus spécifiques : levures pour œnologie, pour alimentation animale, pour brasserie, levures diététiques, ...

De la maîtrise du process...

C'est au chimiste viennois Mautner que l'on doit en 1847 le premier procédé de fabrication industriel de la levure. En France, 1923 marque une étape importante où la mélasse est substituée au grain comme substrat de fermentation. Deux ans plus tard, l'alimentation en continu des fermenteurs favorise la production de la levure à l'échelle industrielle. Des

technologies novatrices améliorent le schéma process. En 1942 est testé le premier séchoir de levure emprunté à l'industrie des pâtes alimentaires qui facilite le stockage et augmente la conservation de la levure. En 1945, les filtres rotatifs sous vide remplacent progressivement les filtres presses. Ils optimisent la régularité et les rendements de fabrication. En 1947, la mise en place du tambour rotatif marque le point de départ en France de la production de la levure traditionnelle dite « sèche active » en sphérules. Cette levure connaît d'ailleurs une forte croissance en 1955 et 1956, bénéficiant d'une longue conservation à température ambiante, d'un meilleur maintien de la qualité et de possibilités d'exportation élargies. Elle supplantera alors peu à peu la levure pressée.

... à l'optimisation de la levure

Profitant de ces avancées techniques, la qualité de la levure connaît des progrès remarquables surtout après la seconde guerre mondiale.

Si la conservation était déjà améliorée dès les années 1930, grâce à une méthode de fermentation plus contrôlée, après 1954 se généralise le salage des crèmes avant filtration, ce qui permet une meilleure maîtrise des matières sèches des levures. Couleur et friabilité sont améliorées. En 1960 l'utilisation d'hybrides de souches de levures adaptés à la fermentation du maltose conduit à l'obtention de levures dites « rapides ».

Au début des années 1960, l'acier inoxydable envahit le monde industriel. Cuves et tuyauteries en inox, qui équipent rapidement les usines, réduisent considérablement le risque de contamination et améliorent ainsi la pureté microbiologique des levures. En 1962, les conditionnements de caissettes en bois sont supprimés en faveur des emballages papier, cellophane et carton.

En parallèle émergent les préoccupations environnementales. De nouveaux équipements permettent de traiter les moûts délevurés afin de limiter les rejets. 1967 est l'année où les coproduits ainsi obtenus commencent à être valorisés, que ce soit en alimentation animale puis en épandage.

De 1970 à nos jours : diversification et innovation

De nouveaux défis sont fixés pour mieux satisfaire les besoins de la boulangerie industrielle et artisanale. En 1972 apparaît la levure « sèche instantanée », la première levure capable d'être incorporée directement sur farine sans réhydratation préalable. Son pouvoir fermentaire est 30 à 40 % supérieur à la levure sèche traditionnelle. Les années suivantes sont lancées des souches adaptées à des milieux spécifiques parmi lesquelles, en 1983, la levure osmotolérante adaptée aux pâtes riches en sucre. Les doses d'incorporation de ces levures adaptées sont réduites.

Si la recherche a surtout profité au process jusqu'aux années 1960, les développements s'accroissent dans les années 1970 et se concentrent sur la diversification des produits, et précisément des souches. En 1974 est d'ailleurs créé en France le premier centre de démonstration boulanger collaborant étroitement avec la recherche pour mettre au point de nouvelles souches toujours plus performantes et adaptées. Parmi ces levures, on peut citer la mise au point en 1988 de la « levure sèche intermédiaire surgelée » à haute activité avec une longue conservation, des levures adaptées aux inhibiteurs de moisissures, une « levure sèche à pouvoir réducteur » favorisant l'allongement des pâtes ou spécifique à la fabrication de pizzas...Au début des années 1990, les boulangeries industrielles bénéficient du développement de la levure liquide en Europe, adaptée au dosage sur pétrins continus.

Dans les filières de l'alimentation autres que la boulangerie, les innovations sont aussi nombreuses. Les années 1980 et 1990 font émerger les levures enrichies en oligo-éléments et vitamines, proposées en complément nutritionnel de l'alimentation humaine et animale.

Les années 1990 voient aboutir la recherche européenne sur le séquençage du génome (ADN) de la levure *Saccharomyces* concourant à une meilleure connaissance des souches. Plus récemment, les fluctuations des disponibilités en mélasse orientent les travaux vers la recherche de nouveaux substrats de fermentation.

Les applications ne cessent depuis de se multiplier : levures pour œnologie, pour brasserie, mais aussi probiotiques, nutraceutiques... Dans le futur, la levure pourrait également être utilisée comme vecteur de principes actifs thérapeutiques que ce soit pour l'homme, l'animal ou la plante.

Principales évolutions dans le secteur céréalier :

Elles se manifestent vers deux axes de critères qualité identifiables, les domaines de la valeur d'usage (service et sensoriel) d'une part et de la nutrition et de la sûreté alimentaire d'autre part.

VALEUR D'USAGE

Dans le domaine des matières premières céréalières, l'obtention de céréales à qualités technologiques adaptées a aidé aux développements de produits nouveaux alliant caractéristiques organoleptiques nouvelles et facilité d'utilisation (blés durs et tendres, maïs, riz).

Les innovations majeures concernent, malgré tout, essentiellement le domaine des matériels et méthodes.

Parmi les procédés, la maîtrise des mélanges s'exprime aussi bien dans les domaines des mélanges en milieu pauvre en eau ou pulvérulents que dans les milieux pâteux mais aussi dans les associations de milieux différents (co-extrusion, sandwiches). Ces évolutions ont été possibles par le développement de matières premières adaptées et par une meilleure maîtrise et adaptations des procédés (pétrissage) en lien avec des textures de produits différentes.

La maîtrise des fermentations se mesure d'une part, l'amélioration et la sélection des souches de microorganismes (levures et bactéries sélectionnées); d'autre part, par l'optimisation de leurs activités en milieu réfrigéré (techniques de pousse contrôlée et de surgélation) et à pressions osmotiques variables. Les évolutions se sont manifestées principalement dans la rationalisation du travail et la conservation des pâtes en vue de cuissons différées. Parallèlement, ces dernières années, la recherche d'une diversité de goût et d'arômes pour les produits de panification s'est révélée très positive.

Les traitements thermiques comme la cuisson- extrusion, la cuisson en four ventilé, ont conduit à la création de nouveaux produits et à la diversification des textures. La cuisson-extrusion, issue d'un transfert de technologie a permis le développement de produits expansés à l'image des snacks apéritif et des céréales pour petit-déjeuner. Cette technologie a aussi favorisé le développement de techniques de cuisson des farines (prégélatinisation) ou de pâtes.

Les traitements thermiques (séchage des grains, séchage des pâtes en THT, précuisson/séchage) voient aussi des applications dans les domaines de la conservation et dans l'amélioration (facilité et rapidité d'utilisation) des préparations culinaires.

L'automatisation comme dans beaucoup de domaines a su s'imposer dans la transformation céréalière. De la période où les produits devaient s'adapter aux machines existantes, les constructeurs de matériels ont développé des ensembles mécanisés pouvant à la fois reproduire le savoir-faire manuel et atteindre des cadences de production importantes tout en assurant la régularité des produits, aidés en cela, par des contrôles en continu par des capteurs divers. La mise au point et le développement d'ingrédients fonctionnels (additifs, auxiliaires technologiques, adjuvants) a permis parallèlement d'optimiser la régularité des productions.

NUTRITION et Sûreté alimentaire

- Les préoccupations des consommateurs concernant la sûreté alimentaire conduisent à sécuriser l'ensemble de la filière céréalière par une démarche volontaire de certification et au travers d'une réglementation en constante évolution. L'obligation d'assurer une traçabilité ascendante et descendante amène à gérer l'ensemble de la production par lot individualisé, de l'agriculteur jusqu'au consommateur, et d'évaluer à chaque étape les risques aux différentes opérations unitaires (HACCP). Les impératifs de sécurité alimentaire engendrent une augmentation constante des contraintes sur l'ensemble de la filière.

- Pourtant, à l'examen des évolutions passées, peu d'innovations majeures ont concerné ces critères qualitatifs aujourd'hui fondamentaux. Ces innovations concernent essentiellement la diminution des contaminations microbiennes. Il est clair que face à la réglementation et aux exigences des consommateurs, l'ensemble de la filière doit prendre conscience de la nécessité d'investir rapidement dans la nutrition et la sécurité, aujourd'hui indissociables de la diversité et du service.

Evolutions et changements de rupture :

Parmi les évolutions constatées, certaines ont été identifiées comme des changements de rupture.

- Le pain et les produits de panification ne sont plus systématiquement consommés immédiatement après leur fabrication (surgélation des pâtes, pré-cuisson, formulations adaptées, conservation sous atmosphère protectrice...).

Jusqu'à la dernière guerre mondiale, la majeure partie du pain était encore fabriquée par les ménages en quantité suffisante pour plusieurs jours mais les techniques et les contraintes de conservation ne permettaient pas une diversité de production.

Cette fabrication a été définitivement transférée vers les boulangeries après cette période de l'histoire et ce changement a amené une évolution vers des produits plus attractifs du point de vue organoleptique mais de durée de vie plus courte. Depuis une trentaine d'année, le consommateur a souhaité conserver cette diversité de produits tout en exigeant la conservation dans le temps. Les recherches conduites pour satisfaire ces attentes ont permis aussi de rationaliser les productions, d'augmenter les distances pour la distribution (exportation notamment) et ont donné naissance à un nouveau secteur agro-industriel particulièrement dynamique.

- Les techniques traditionnelles d'expansion des produits céréaliers étaient assurées par voie de fermentation (panification) ou par texturation de l'œuf (pâtisserie). La maîtrise de l'expansion par vaporisation a été développée et industrialisée (cuisson-extrusion, soufflage...) donnant une diversité considérable de nouveaux produits : céréales pour le petit-déjeuner, snacks apéritif...

- Pour répondre à la simplification de la préparation des repas, au foyer ou en restauration hors domicile, de nouveaux produits céréaliers sont apparus comme "aides culinaires" : pâtes ménagères, préparations prêtes-à-l'emploi pour sauces, crêpes et pâtisserie, farines infantiles, pour une mise en œuvre rapide de cuisson : pâtes express, "Ebly", riz , ou encore des produits préparés à l'avance : taboulé, polenta ...

- Le produit céréalier est redevenu un produit support consommable et incontournable pour la dégustation ou la consommation de produits alimentaires ou de préparations culinaires : pizzas, sandwiches, crêpes fourrées hamburger... Cette évolution n'a été possible que par la conjonction du changement des habitudes de consommation et de la dynamique d'innovation des procédés de transformation dans l'ensemble du secteur agro-industriel..

- Une évolution majeure est apparue dans l'approche technologique : ce sont maintenant les spécifications recherchées du produit fini qui vont déterminer les procédés et matières premières utilisées et non l'inverse. Les céréales sont ainsi passées du statut de "constantes" à celui de "variables". L'utilisation de variétés de céréales spécifiques et de processus de mouture particuliers permettent aujourd'hui de produire des farines fonctionnelles parfaitement adaptées à des utilisations très ciblées, en sélectionnant la qualité et quantité des protéines, la granulométrie ou encore, en agissant sur l'état de l'amidon.

Pistes pour le futur

Aujourd'hui, le consommateur identifie dans les produits issus de la filière céréalière des valeurs positives nutritionnelles et sensorielles, qu'il nous encourage à améliorer et valoriser comme dans les cas du Pain de Tradition Française ou du blé dur précuit. Rétro-innovation et innovation vont bien dans le même sens, celui du plaisir et de la santé des consommateurs.

Le développement de l'obésité et des allergies notamment incitera à encore plus de rigueur dans l'utilisation et la transformation des produits céréaliers ainsi que dans les informations données aux consommateurs. Le développement des produits dits sans gluten devrait encore amener à des innovations technologiques dans le développement de nouveaux produits plus agréables à consommer.

Les choix des consommateurs s'expriment aussi dans des attentes autour du « manger sain et clair ». La recherche de produits « authentiques » ou de « naturalité » avec des compositions simples et rassurantes pourrait s'intensifier. De ce point de vue, il faut reconnaître que les additifs et OGM posent encore des problèmes, et nécessitent des recherches complémentaires, permettant d'assurer une information dont la légitimité ne puisse être contestée.

Les nouvelles habitudes alimentaires, s'exprimant par la déstructuration et l'individualisation des repas vont encore pousser à diversifier des offres multiples répondant à ces modes de consommation que l'on appelle le « snacking » ou le « nomadisme ». La miniaturisation des

portions et leur diversité pour le plaisir du grignotage ainsi que la présentation de préparations culinaires sur des supports céréaliers à l'image du sandwich qui maintenant a droit de cité chez les gastronomes, seront sans doute sources d'imagination et de nouvelles innovations.

Amidonnerie : Les grandes évolutions des 30 dernières années et l'avenir

les évolutions technologiques

1. Les matières premières dictent le choix des technologies à mettre en œuvre.

Aux changements dans les matières premières, dictés par le prix, correspondent la mise en œuvre de nouvelles technologies. Ainsi les gros granules d'amidon de la pomme de terre ne nécessitent que de la centrifugation à relativement basse vitesse pour les séparer des protéines solubles ; dans le cas du maïs, dont les granules sont plus petits, on rajoutera des cyclones, complétés éventuellement par une force centrifuge; enfin dans le cas du blé, l'hétérogénéité des granules et leur petite taille moyenne implique l'utilisation de la filtration, en plus des séparations précédemment mentionnées.

2. Les ruptures technologiques

- a. L'utilisation des enzymes, à grande échelle, qu'ils s'agissent des glucosidases pour hydrolyser l'amidon, des isomérases pour produire l'isoglucose ou des cellulases et pentosanases pour hydrolyser les pentosanes apparaît dans les années 80. Remplaçant les techniques d'hydrolyse à l'acide, génératrices de sel dont il faut ensuite se débarrasser sur colonnes échangeuses d'ions, elles changent définitivement l'approche qui de chimique, entre de plein pied dans la biotechnologie. L'amidonnerie est devenue, avec la détergence, le secteur industriel le plus gros consommateur d'enzymes.
- b. Les procédés amidonniers ont toujours été très utilisateurs de filtration, pour séparer les insolubles des solubles. L'arrivée, également dans les années 80 des techniques d'ultrafiltration et plus tard de nano filtration, change également radicalement les procédés en permettant des flux de matière beaucoup plus importants que par le passé et en conduisant à l'automatisation de cette partie du procédé.
- c. Les procédés de chromatographie – principalement pour la purification des sucres à courtes chaînes- sont également développés, à très grande échelle, dans le courant des années 90. La mise au point des procédés « carrousel » qui permettent une séparation en continu, conduit là aussi à une simplification du procédé, maintenant automatisé.
- d. Les séchoirs font aussi des progrès importants dans leur rendement calorifique, qui permettent de diminuer le bilan énergétique des usines dans une période où le coût de l'énergie continue de grimper.

- e. Le développement des chaudières de co-génération (CHP) participent du même souci, bien adaptées à des procédés qui utilisent à la fois de l'électricité pour faire tourner les machines et de la vapeur pour maintenir les fluides à haute température. Des niveaux de température entre 60 et 80°C sont en effet essentiels pour optimiser le rendement des conversions et pour limiter l'action des contaminants bactériens.

L'amélioration de la qualité

1. Sous la pression du marché, des règles strictes se mettent en place à partir des années 90 pour garantir la maîtrise des procédés qui devront être rédigés en détail et suivis à la lettre par les opérateurs. Les produits sont strictement encadrés par des spécifications de plus en plus précises qui conduisent au développement des techniques d'analyse : qu'elles soient chimiques ou biochimiques, elles nécessitent un effort important tant sur le plan du matériel d'analyses qui se complexifie en se diversifiant que sur la formation des analystes. Il n'est pas rare aujourd'hui de mettre en œuvre dans les départements d'analyses rattachés à la qualité des techniques de spectroscopie de masse sophistiquée pour détecter la présence ou l'absence de composés présents à quelques ppm voire ppb qui modifient le goût du produit de façon inopportune dans une formulation alimentaire finale. Cette identification, menée de façon rationnelle et scientifique, permet ensuite d'identifier l'étape défailante du procédé et d'y remédier.

Des audits, effectués par des organismes certificateurs spécialisés, assurent le bon suivi des procédures. Cette démarche volontaire conduit à une meilleure connaissance des procédés et à une meilleure rigueur dans leur conduite. Elle se généralise rapidement menant à une ouverture d'une industrie connue dans le passé pour un certain goût du secret. Aux différents règlements ISO et à la mise en forme des procédures HCCP

2. Ce renforcement spectaculaire de la connaissance des procédés et des produits va de paire avec le développement des peurs alimentaires dans le public. La réglementation, qui dans sa composante technique devient d'autant plus précise que ses experts sont souvent sensibilisés aux performances analytiques réalisables dans les laboratoires de pointe, devient clairement un aiguillon pour dépasser toujours plus loin des niveaux de sensibilité analytique déjà très en deçà de ce qui est connu en science nutritionnelle et alimentaire. L'exemple des combats d'experts, au milieu des années 90, tant pour la mise en place de la réglementation OGM que dans le cadre des accords marchands entre fournisseurs et acheteurs en est un bon exemple : rechercher la présence à 0.1% d'une séquence d'ADN particulière dans des milliers d'échantillons de sirop de glucose base maïs, en utilisant en routine des techniques de biologie moléculaire inventée seulement 10 ans auparavant par les scientifiques spécialisés dans l'ADN montre la capacité d'évolution d'une industrie lourde, surtout quand elle y est contrainte par ses clients. Cette évolution est amenée à perdurer, des exemples très récents en étant l'évaluation quantitative des traces de mycotoxines dans les produits ou celle des épitopes de gluten, toxiques pour les patients céliaques en est un autre exemple.

Des pistes pour le futur :

-).En amidonnerie

1. La traçabilité

Les contraintes apportées par la mise en place des réglementations liées à la sécurité nutritionnelle des aliments et souvent renforcées par les exigences des acteurs aval de la chaîne agro-alimentaire iront très vraisemblablement en augmentant dans les dix années à venir. Elles seront alimentées à la fois par la prise de conscience des acteurs de la chaîne et par le développement des connaissances, elles même renforcées par la mise au point de techniques d'analyses et d'appareils de mesure de plus en plus performants. Ces nouveaux outils de mesure, une fois homologués serviront de base à la mise au point d'amélioration dans les procédés de purification et par conséquent nécessiteront l'adaptation aux procédés amidonniers de technologies enzymatiques ou physico-chimiques de plus en plus sophistiquées. Ces « progrès » seront lents, à la fois parce que les processus d'homologation resteront difficiles à mettre en place et parce que la rentabilité de l'ensemble sera très souvent négative.

2. La nutrition

Au-delà des effets de mode qui ont été récurrents depuis toujours dans le domaine agro-alimentaire, on peut raisonnablement penser que l'adoption au niveau mondial de règles nouvelles permettant de faire état de fonctionnalités « santé » sur les étiquettes des aliments composés donnera un véritable coup d'envoi à des études de nutrition assez semblables à celles déjà rendues obligatoires depuis longtemps dans le domaine pharmaceutique et plus récemment dans le domaine de la cosmétique.

3. Vers de matières premières améliorées

Le choix des matières premières, compte tenu de leur coût souvent relativement élevé en Europe par rapport au prix mondial, est très souvent arbitré sur le prix. Par ailleurs les variétés disponibles n'ont pas été construites par rapport au procédé amidonnier mais le plus souvent par rapport au procédé boulanger dans le cas du blé ou par rapport à l'alimentation animale dans celui du maïs.

Les connaissances sur les mécanismes physico-chimiques mis en œuvre dans les procédés amidonniers ayant considérablement augmenté il est a priori possible de construire aujourd'hui de nouvelles variétés mieux adaptées qui permettront une mise en œuvre simplifiée et par conséquent moins onéreuse. Cette démarche, dont le succès a été bien établi dans le cas de l'orge et de la fabrication de la bière ou dans le cas du blé dans la boulangerie et de la biscuiterie devrait logiquement pouvoir se développer également dans celui de l'amidon. Les cibles génétiques sont maintenant raisonnablement identifiées. La barrière majeure provient de la nécessité de produire des quantités expérimentales très importantes pour pouvoir tester en vraie grandeur les nouvelles variétés sur des pilotes industriels. Seuls des partenariats liants les amidonniers, les sélectionneurs et les agriculteurs pourront vraisemblablement permettre de surmonter ces barrières économiques.

3.5.2 Oléagineux :

Tout ce qui aujourd'hui concerne les technologies de première transformation des oléagineux et des corps gras (de la graine à l'huile) échappe quasi totalement à la technologie française :

trituration, raffinage, fractionnement, désodorisation... Ces techniques et leur évolution sont entre les mains de puissants groupes essentiellement belges, hollandais, allemands, danois et américains qui se sont structurés et spécialisés il y a une cinquantaine d'années. Les techniques sont à maturité et évoluent peu, alors que les échelles et les capacités nominales des grandes machines ont encore un certain potentiel de croissance. Les moteurs de l'évolution sont la pression du marché (coûts de revient) et les contraintes liées aux à l'environnement ou aux réglementations de sécurité. C'est le cas de l'extraction à partir des graines grâce à l'hexane, technologie complètement mature, généralisée et sans concurrence, qui a permis de résoudre le problème des rendements d'extraction. Elle n'évoluera que par l'obligation générée par une réglementation de plus en plus drastique sur les rejets.

A contrario, le consommateur aujourd'hui ne perçoit que de très loin les contraintes de l'industrie de trituration et d'élaboration, et il s'est habitué à des standards de qualité visible élevés, portés par des évolutions bien perçues de l'emballage, de la présentation et de la communication - produit.

- séquence trituration - raffinage - fractionnement (première transformation)

Ces techniques à maturité n'évolueront que sous la pression de facteurs environnementaux (réduction des consommations d'eau et d'énergie, valorisation des sous-produits en co-produits, et réduction des déchets et rejets ultimes) et de consommation (exigence nutritionnelle, besoin d'authenticité, image. L'alternative à l'extraction à l'hexane a fait l'objet de nombreuses recherches, dont par exemple l'extraction à l'eau. L'une des opérations clé à mettre en œuvre est la filtration des milieux émulsifiés ou hydrophobes. L'utilisation de techniques membranaires en raffinage constitue une approche innovante, autant pour l'industrie des Corps gras (technologie nouvelle) que pour celle des membranes (membranes de nouveaux types).

- Les progrès de la transformation des corps gras ont été également significatifs : le fractionnement par cristallisation fractionnée a permis, à partir des années 80, de développer un savoir-faire spécifique qui a généré toute une série de produits à tartinabilité améliorée que le consommateur a adopté largement. Autre technologie qui a profité d'une recherche ciblée: l'hydrogénation et la génération concomitante des isomères "trans" des acides gras insaturés. Une fois l'effet clairement établi, l'industrie européenne a, on peut le dire, entièrement résolu ce problème par la généralisation de l'interestérisation, si bien que la consommation d'acides gras trans ne peut plus être imputée aux margarines en Europe.

- en troisième transformation (formulation, texturation, utilisation de corps gras), une bonne connaissance des propriétés physico-chimiques des ingrédients gras utilisés est indispensable: maîtrise du fractionnement, de l'utilisation et des propriétés des tensioactifs alimentaires, de la connaissance des interactions...

Evolution de la trituration

Les procédés technologiques de trituration des graines oléagineuses n'ont pas changé significativement depuis les cinquante dernières années : la production des huiles brutes et des tourteaux est toujours effectuée par pression et extraction à l'hexane. Néanmoins certaines évolutions sont observables. Elles procèdent d'une part des spécificités de cette industrie (transformation de masse et à faible valeur ajoutée) et d'autre part de facteurs externes communs à l'ensemble des secteurs industriels : la prise en compte des contraintes environnementales et des questions d'hygiène et de sécurité industrielles.

Sur le plan de la recherche d'une meilleure rentabilité il faut remarquer :

- d'un point de vue de leur typologie, les entreprises sont d'une taille de plus en plus grande, 300 000 t/an de capacité de trituration annuelle au minimum, et donc les petites entreprises ont disparu (huileries de Marseille, Chalon-sur-Saône, Chauny, Lapalisse, ...)
- rachats et regroupement se sont opérés, permettant aussi d'optimiser les coûts logistiques et notamment d'approvisionnement en graines.

Au niveau des équipements, le matériel et sa gestion ont été optimisés, citons :

- la presse à vis à meilleur taux de déshuilage,
- le désolvantiseur toasteur de type Schumacher de performances améliorées,
- l'externalisation de la production d'énergie par système de co-génération,
- les systèmes informatiques de supervision,
- la mise en place de systèmes de management intégré normalisé qualité/ sécurité/ environnement.

Par ailleurs les contraintes environnementales ont introduit diverses dispositions :

- limitation de la consommation d'hexane par tonne de graine triturée (ex : 1 kg par tonne pour le tournesol).
- maîtrise des problèmes d'odeurs (en trituration de colza notamment) impliquant la mise en place de système de traitement des effluents gazeux.

Il faut enfin noter que les technologies alternatives dont certaines ont été testées lors d'essais pilotes ne se sont pas développées industriellement : l'expandeur à cage de déshuilage ANDERSON, l'extrudeur bivis (CLEXTRAL), l'utilisation d'autres solvants d'extraction : isopropanol, eau...). Seule la technique de double pression qui semble se développer en Europe du Nord est un facteur indicatif d'évolution au niveau industriel.

Derniers développements dans les technologies de raffinage appliquées à la production d'huiles alimentaires de haute qualité

Le raffinage des huiles végétales doit répondre aujourd'hui d'une part aux exigences de l'industrie (installations de haute technologie, fiables et performantes générant des coûts de production et d'entretien minimes et des produits dérivés valorisables), et d'autre part, à la demande de produits aux caractéristiques physico-chimiques et à la valeur nutritionnelle améliorées.

Les axes de développement les plus récents concernent les composants mineurs présents dans les huiles : produits de dégradation (acides gras *trans*, composants à haute valeur ajoutée, contaminants).

Les acides gras trans

L'hydrogénation partielle est en voie d'abandon au profit de l'hydrogénation complète qui permet de produire des graisses solides *zéro-trans* et combinée à l'interestérisation suivie du

fractionnement pour la production de graisses pour margarine et shortenings. Par ailleurs, on sait maintenant qu'en désodorisation, la formation des AG- *trans* est sensiblement nulle en dessous de 220°C, et quasi exponentielle au-delà de 240°C.

La norme actuelle est inférieure à 1 % de *trans* dans les huiles de soja et de colza et à 0,5 % dans les autres huiles fluides (maïs et tournesol). Il est possible d'atteindre facilement ces valeurs en jouant sur le temps et la température dans l'opération de désodorisation en jouant sur le diagramme temps – température.

Autres produits de dégradation

Les opérations de raffinage peuvent être à l'origine d'autres formes de dégradation, telle la polymérisation ou l'oxydation des triglycérides. La polymérisation peut apparaître en cours de stockage et d'extraction des graines ou durant le prétraitement de l'huile brute, réaction catalysée par les triglycérides oxydés. Il est donc important de limiter la teneur en triglycérides oxydés en évitant le contact huile-oxygène au cours des diverses étapes de raffinage.

Composants à haute valeur ajoutée (stérols et les tocophérols)

Les tocophérols sont réputés pour leur activité anti-oxydante et les phytostérols sont mis en valeur suite à la commercialisation très réussie de margarines enrichies en phytostérols ou stanols.

Les pertes en raffinage sont observées quasi uniquement en désodorisation par entraînement par distillation. Elles sont liées à la température, à la pression et à l'utilisation de la vapeur d'entraînement. L'industrie dispose à présent de nouvelles technologies permettant un contrôle strict de la distillation des tocophérols et des stérols, et donc de la production d'huile à la carte. En Europe, le raffinage physique est très courant et la technologie est adaptée pour maximiser la rétention des tocophérols et stérols dans l'huile raffinée, alors qu'aux Etats-Unis la plupart des huiles sont raffinées par voie chimique et les tocophérols/stérols sont récupérés dans le distillat du désodoriseur pour être vendus en tant que sous-produits à haute valeur ajoutée.

Les Contaminants et résidus

La plupart des huiles brutes contiennent des polluants organiques persistants (POP), des pesticides chlorés, des polychlorobiphényles (PCB), des dioxines et des hydrocarbures polyaromatiques (PAH). Ces contaminants doivent être éliminés en raffinage afin d'atteindre des teneurs aussi basses que possible. Les pesticides chlorés sont éliminés intégralement en désodorisation, (température 230°C et pression inférieure à 4 mbar. Les pesticides résiduels dans l'huile raffinée ont une teneur indétectable (10 – 50 ppb).

La contamination aux hydrocarbures polyaromatiques (PAH) a souvent lieu au cours du séchage direct des graines ou des fruits (exemple : colza, coprah). Les PAH légers (4 cycles, exemple : anthracène, chrysène), sont volatils et entraînés en désodorisation (teneur en dessous de 20-25 ppb). Les PAH lourds ne peuvent être éliminés que par adsorption sur charbon actif.

La présence de dioxines et de PCB dans l'huile brute est due à l'environnement aérien des cultures. La contamination des aliments par la dioxine ou les PCB est généralement inférieure à 5 picog/g de matières grasses (souvent plus critique sur les huiles de poisson). La dioxine est facile à éliminer des huiles végétales (> 90 %) par adsorption sur charbon actif. Les PCB sont plus difficiles à adsorber sur charbons actifs (10-70 % seulement) mais leur volatilité permet une élimination en raffinage.

Les innovations technologiques en raffinage

Pour répondre à ces nouvelles attentes des producteurs, des procédés d'adsorption et de désodorisation plus efficaces et mieux adaptés ont été développés.

Ainsi l'ancien procédé de décoloration en une seule étape a été modifié en procédé modulaire à multi-étapes combinant le prétraitement, la décoloration et la détoxification. La séparation complète du traitement à la terre décolorante et au charbon actif génère deux types de sous-produits séparés (une terre décolorante usée non toxique et un charbon actif usé toxique).

En désodorisation, les innovations ont pour objectifs l'élimination maximale des contaminants spécifiques (pesticides, POP légers, les PCB) et une préservation maximale des caractéristiques de l'huile raffinée : désodoriseur à pression absolue très basse (1 mbar), et à double niveau de température séparant les étapes de désodorisation (à basse température), et l'entraînement final à la vapeur et le blanchiment thermique (à une température plus élevée).

Pistes pour le futur :

Ces dernières années, la recherche s'est concentrée sur les qualités générales et nutritionnelles des huiles végétales en fonction du mode de raffinage utilisé. Elle a permis la mise au point d'une technologie de pointe pour la production d'huiles alimentaires de haute qualité et exemptes de contaminants, à coût réduit.

Typiquement, les améliorations se sont situées dans un continuum, hormis quelques ruptures, comme l'extraction continue (économies d'échelle, la réduction de solvants perdus, amélioration de la qualité visible (couleur), ou invisible (résidus), suivi analytique en ligne...

Les perspectives :

Les méthodes alternatives d'extraction, comme l'extraction aqueuse sont une voie qui revient à l'ordre du jour, compte tenu des exigences signalées ci-dessus. Le consommateur acceptera-t-il de payer plus cher une huile haut de gamme, ou bien l'évolution des exigences réglementaires seront-elles motrices ? Il est encore trop tôt pour répondre à ces questions, mais la recherche s'est redéployée, avec les objectifs suivants :

- répondre à la demande exprimée par le consommateur de produits porteurs d'image d'authenticité et tout particulièrement d'huiles à fort contenu nutritionnel, donc générer des voies de transformation respectueuses de la qualité intrinsèque des produits, basées sur des technologies exposant le produit à *moins de stress mécanique, thermique et chimique*. De tels procédés doivent être conduits à *basse température*, sans utilisation de *solvant organique*, et générer une huile de haute qualité, en même temps que des co-produits directement valorisables en nutrition animale et le moins possible de déchets ultimes. C'est donc une voie de transformation *froide, aqueuse, sans solvant*. Cette pression du consommateur est également relayée par les industriels de seconde transformation, pour lesquels ces arguments nutritionnels et sociétaux sont de puissants vecteurs de communication et de différenciation.
- *les verrous technologiques*: la déstructuration mécanique de la graine est facilitée par assistance enzymatique, sur un produit ayant subi un broyage très fin en phase aqueuse conduisant à un lait (émulsion fine huile dans l'eau). Cette séquence permet de séparer la phase liquide contenant l'huile des tourteaux. L'action des enzymes de parois a déjà été étudiée, mais n'a jamais été optimisée pour conduire à des rendements d'extraction acceptables par l'industrie. Le lait végétal (mal connu en matière de propriétés

physico-chimiques) est fractionné en 3 phases par centrifugation ou séparation membranaire. La répartition des phospholipides et des éléments mineurs (les premiers indésirables, les seconds intéressants) entre les phases aqueuses et huileuses de l'émulsion est aujourd'hui encore mal résolue. La déstructuration mécanique, l'assistance enzymatique, la séparation membranaire, la centrifugation et la purification des laits végétaux constituent les verrous scientifiques de cette recherche qui est en cours dans le cadre d'une association entre laboratoires et interprofession.

- Par ailleurs, produits et co-produits seront caractérisés du point de vue nutritionnel, quantitatif et qualitatif, afin de déboucher sur des filières de valorisation spécifiques : huiles peu raffinées, huiles brutes, huiles raffinées, huiles auto-émulsifiantes. Il en sera de même pour les co-produits : tourteau brut non dégraissé, boues protéiques, lécithines...
- *Verrous à caractère économique et sociologique:* Fondamentalement, il s'agit d'apporter à chaque produit généré ou co-généré dans la filière une valeur ajoutée et un meilleur écobilan que les transformations actuelles. Ce principe devra s'appliquer pour l'ensemble des produits et sous produits (raffinats, condensats, terres décolorantes...), des composés mineurs (tocophérols, phytostérols...). Il devrait être facilité par une moindre dégradation au cours du traitement de l'huile. Une attention particulière devra s'attacher à la persistance de certains résidus que le raffinage classique élimine largement. Enfin la réceptivité du consommateur à des huiles "haut de gamme" devra être étudiée, en partenariat avec des structures de recherche compétentes en la matière. Il est clair qu'un marketing particulier et argumenté devra porter ces produits en grande consommation.

En deuxième transformation :

Dans un contexte général de récession de l'utilisation du gras en alimentation, certaines évolutions positives sont dorénavant et déjà envisageables, comme l'émergence de produits à propriété spécifique par le fractionnement (meilleure *tenue à l'oxydation et à la chaleur* pour les huiles de friture) *rupture nutritionnelle* pour l'industrie de formulation des margarines sur la base des prescriptions nutritionnelles, (AG trans, saturés, $\omega 3$ polyinsaturés...), *rupture gustative* (huile d'olive en particulier), *rupture technologique* (allégés, tartinables, adjonction de nutriments, phytostérols, Produits mixtes animaux – végétaux...)

L'apparition des huiles formulées dans les années 1990 a contribué à augmenter le contenu technique des huiles : peu oxydables et mieux désodorisés pour la friture, mieux équilibrées en acides gras pour les huiles d'assaisonnement. Ces nouvelles huiles à meilleure valeur ajoutée ont pris des parts de marchés significatives, permettant un décrochage progressif d'une logique de "pureté variétale" (fortement agronomique) vers une logique de "fonctionnalité" (santé, saveur, service).

Qualifié de banal il y a 10 ans, le produit "huile" s'est régénéré et fait montre aujourd'hui d'un potentiel remarquable de progrès, sur la base des nouvelles connaissances scientifiques et techniques (nutrition, transformation, physico-chimie, procédés, formulation).

Compte tenu des attentes formulées en matière de qualité des produits et de développement durable des activités, l'avenir de la filière sera conditionné par trois paramètres principaux. :

- *La recherche et l'innovation*

Le maintien, voire l'accroissement des efforts de recherche des organismes publics, centres techniques et industriels dans le cadre d'une complémentarité concertée est indispensable pour relever les futurs défis d'ordre nutritionnel et technologique.

En effet, la meilleure compréhension des mécanismes complexes du métabolisme des lipides et de leurs incidences favorables ou défavorables vis à vis des principales pathologies (maladies cardio-vasculaires et neurophysiologiques, cancer et obésité) reste un champ de connaissance à défricher et à potentiel d'application immense.

De ce fait, les potentialités des corps gras, de leurs composés mineurs ou de leurs dérivés comme aliments ou ingrédients à vocation santé sont extrêmement riches de perspectives à court, moyen et surtout long terme.

Enfin, comment ne pas souhaiter une évolution technologique conduisant à des procédés moins gourmands en énergie, solvants et produits chimiques qui généreraient moins de rejets et effluents et déchets ultimes ?.

- *La sûreté des approvisionnements*

Si l'on peut légitimement s'interroger sur l'adéquation future entre production et besoin en corps gras sur le plan mondial, -celle-ci constitue à l'évidence un défi d'ordre agronomique-, la capacité de transformation n'apparaît pas aujourd'hui comme un facteur limitant.

En revanche, la poursuite des efforts en matière de maîtrise de la qualité sanitaire et de traçabilité est indispensable.

Si les procédés technologiques contribuent à l'élimination des contaminants potentiels comme les résidus phytosanitaires, il n'en reste pas moins que l'assurance sanitaire est avant tout dépendante d'une meilleure maîtrise de la qualité des matières premières. A cet égard, des préconisations de renforcement des cahiers de charges et des contrôles et surveillances des produits entre agriculteurs, organismes stockeurs et industriels de première transformation sont souhaitables. Ils pourraient être développés sur le modèle des cahiers des charges extrêmement précis et exigeants échangés entre première et deuxième transformation.

- *La communication et le marketing*

Des efforts en la matière sont nécessaires de la part des professionnels, d'une part pour continuer à contribuer à l'amélioration de l'image des lipides auprès des prescripteurs et consommateurs, et d'autre part pour promouvoir les produits de marque, associés à une sécurité alimentaire certifiée.

La crédibilité du discours et la qualité de sa perception dépendront nécessairement de l'exploitation des études nutritionnelles et santé, reconnues et portées par les faiseurs d'opinion de la communauté scientifique.

Le passé récent, au cours duquel plusieurs innovations à base scientifique étayée ont pénétré le marché avec succès pour le plus grand profit du consommateur, est à cet égard source de confiance pour l'avenir de la filière des corps gras.

3.6 CONDITIONNEMENT ET DISTRIBUTION

3.6.1 L'évolution de l'emballage dans les produits céréaliers

L'emballage dans les produits céréaliers doit répondre aux fonctions générales de cette étape ultime de la fabrication des produits alimentaires. Il doit assurer la protection, la conservation, l'information et le transport.

Nous pouvons distinguer 4 grands types de produits d'origine céréalière :

- les produits secs pulvérulents à faible activité d'eau (grains, semoules, farines) ;
- les produits secs à faible activité d'eau, non pulvérulents, (biscuits secs, biscottes, pâtes alimentaires, céréales petit-déjeuner) ;
- les produits semi-humides à activité d'eau intermédiaire, non pulvérulents, (viennoiseries, pâtisseries pré-emballées) ;
- les produits humides à forte activité d'eau, non pulvérulents, cuits (pain de mie, pizzas, pâtisserie fraîche), non cuits ou partiellement cuits (pâtes ménagères, pizzas, pains et pâtes précuits).

Pour les produits secs pulvérulents le domaine de l'emballage est associé à la sacherie. L'innovation majeure est sans doute le passage, entre 1950 et 1970, du sac jute ou en tissus au sac papier plus hygiénique, à usage unique, qui présente une meilleure barrière à la vapeur d'eau, qui s'est bien adapté aux contraintes de l'ensachage automatique, de la palettisation et de la gestion des déchets ainsi qu'à la réduction des conditionnements (de 100 kg et plus, aux 15 kg demandé maintenant). Pour les sacs de farine destinés à l'exportation le passage s'est fait du jute et du coton au polypropylène.

Les produits secs issus de cuissons et de séchage, commercialisés, avant la deuxième guerre mondiale, souvent en vrac et en conditionnement assez volumineux avec les boîtes métal, presque universelles, ont vu leurs emballages diminués. Après guerre, la réduction des conditionnements vers des portions de plus en plus individuelles avec le développement des films cellulose (cellophane) et aluminium, capables de se plier tout en assurant la rigidité des sachets et aussi une imperméabilité, s'est généralisée.

Parallèlement, le carton voit aussi son développement dans les années 1960, car il assure une amélioration de la rigidité et de la résistance aux chocs, la qualité des traitements a permis aussi une amélioration de l'impression et du graphisme.

L'évolution s'est faite vers des complexes mixtes papier, aluminium, et plastique pour renforcer la résistance des films d'emballage et leur barrière à la vapeur d'eau.

Les produits à humidité intermédiaire protégés principalement par des films souples ont vu leur protection améliorée par des films barrières multicouches assurant l'imperméabilité à la vapeur ou à d'autres gaz.

La conservation d'un milieu de plus en plus aseptique a permis de tenir des DLUO souvent contraignantes et d'envisager des longues conservations avec des emballages étanches pour atmosphère modifiée. La résistance de certains films et des soudures permet la stérilisation sous infrarouge et aura contribué au lancement de pains de très longue conservation à partir de 1967. Si la barrière aux gaz et à la vapeur est une demande pour la conservation de certains produits, il n'en est pas de même pour la conservation du pain à croûte et c'est vers la recherche de films perforés que certaines évolutions ont assuré à la fois une protection hygiénique et une conservation souvent imparfaite du caractère croustillant. L'image négative du pain français emballé sous « plastique » a contribué au retour en force du papier mais souvent doublé de couches synthétiques pour assurer les soudures mais aussi des fenêtres transparentes permettant au consommateur de voir le pain.

Dans le domaine des produits à humidité élevée le développement des emballages thermoformés rigides sous forme de barquettes notamment assure à la fois, la stabilité des produits aux chocs et déformations mais aussi grâce aux systèmes d'opercule très étanche et une bonne conservation face aux développements microbiens. Les améliorations dans le choix et les associations des composés synthétiques ont aussi permis d'apporter, à ces

emballages rigides, une résistance à la congélation et à la décongélation notamment par micro-ondes.

Si ces emballages de protection dits « passifs » ont atteint une efficacité technologique dans la barrière aux gaz et à la vapeur, les emballages « actifs » commencent à apparaître timidement pour certains produits céréaliers. Leur fonction est de jouer un rôle actif dans la conservation des produits (stabilisation de substance aromatique, neutralisation, libération de molécules...), l'évolution vers des emballages « actifs intelligents » qui interagissent avec le produit et qui permettent par exemple de signaler le passage d'oxygène ou une rupture de chaîne de froid n'est pas encore faite compte tenu des coûts élevés et des aspects réglementaires.

Que ce soit pour les emballages souples ou rigides, la recherche de la transparence et de la brillance a assuré une mise en valeur des produits céréaliers.

3.6.2 produits oléagineux :

Le conditionnement des huiles de graines :

Le matériau de conditionnement en bouteille plastique de l'huile alimentaire est le polyéthylène (PET), matériau qui se généralise à la presque totalité des formats (2 l. - 3 l. - 5 l.) au détriment du PVC qui a été abandonné sur les formats classiques bouteille 1 litre depuis de nombreuses années.

Les progrès techniques réalisés ces dernières années concernent les machines de conditionnement en termes de productivité et de flexibilité : le rendement du soufflage des bouteilles par moule est passé en 10 ans de 1 000 bouteilles à 1 500 bouteilles par heure. Les changements de moules sont très rapides (10 mn/moule), en réponse aux contraintes du marché où chaque faiseur veut disposer de sa propre forme.

Les contraintes de coût continuent de peser sur le grammage des bouteilles qui a toujours tendance à diminuer, évolution tirée par les *hard-discounter* qui demandent des bouteilles de grammage extrêmement bas. Le poids des bouteilles est ainsi passé de 36 g à 18 g en 10 ans ce soit 50 % de réduction en moyenne, ce qui est considérable en terme de réduction des consommations de matières et d'élimination des déchets. En contrepartie, la légèreté des bouteilles nécessite un remplissage en ligne où le stockage intermédiaire est réduit au minimum.

Les lignes de conditionnement

En 20 ans, les cadences sur lignes de conditionnement sont passées de 12 000 à 20 000 bouteilles /heure. Les équipements ont donc évolué en conséquence : le remplissage pondéral (précis, fiable et flexible) a remplacé le remplissage volumétrique coûteux en entretien et moins fiable. L'étiquette entourante reste prédominante. Pour le sur-emballage, la grande diversité de produits mis sur le marché et la politique de *merchandising* de la Distribution qui a tendance à limiter les surfaces allouées ont entraîné la mise en place des demi-palettes en substitution des boîtes carton. Les *Hard-discounter* privilégient la praticité et la mise en avant et vont jusqu'à demander des demi-palettes à 5 couches.

Les exigences de la traçabilité ont nécessité un étiquetage en temps réel des palettes de produits finis (EAN 128). La demande de traçabilité se développe maintenant sur les cartons.

Les huiles à goût

Ce marché garde une connotation "haut de gamme" où le verre domine. Bidon métallique et PET restent marginaux. L'évolution récente conduit à la multiplication des

produits et des formats, ce qui engendrent une multiplicité de formes, d'étiquetages, de regroupements (6, 8, 12, Cluster, box).

4. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES EVOLUTIONS EN COURS

Les plantes de grandes cultures ont bénéficié de la Politique Agricole Commune mise en place dans les années suivant l'après-guerre pour assurer l'autonomie alimentaire de l'Europe. Cette politique a aussi soutenu une activité de recherche intense qui a générée de nombreuses connaissances nouvelles et s'est traduite dans des applications qui ont conduit à assurer cette autonomie alimentaire. Au cours de cette période, les indicateurs, essentiellement quantitatifs, mis en place pour suivre l'évolution de cette politique ont été largement dépassés faisant ainsi disparaître tout risque de disette et transformant l'Europe en une grande puissance commerciale pour ces produits. Avec l'abondance, s'est progressivement développé un dispositif de mise en marché des produits agricoles qui n'a plus rien à voir avec les circuits alimentaires d'autrefois. Cette évolution se répercute aujourd'hui tout à la fois sur les conditions d'élaboration des aliments et de leur commercialisation, mais aussi sur les structures et les moyens de production agricole générant de nouvelles questions aux consommateurs et citoyens.

La mission des filières agricoles a donc changé. Il ne s'agit plus de produire des matières premières agricoles de base que des industries de transformation locales ou régionales cherchent à valoriser pour satisfaire les besoins premiers des consommateurs. Aujourd'hui, le marché commande. La distribution impose ses choix et ses produits aux industries de transformation qui pour accéder au consommateur doivent satisfaire un grand nombre de contraintes qu'elles imposent à leur tour aux producteurs. Ce retournement de prescription au sein des filières, désormais pilotées par l'aval, a induit plusieurs conséquences qui méritent d'être décrites ci-dessous.

La première tendance lourde qui se dégage de l'analyse de ce renversement du dispositif d'organisation des filières pour les plantes de grande culture est **l'effet de concentration et d'uniformisation des moyens de production**. Pour satisfaire la demande de la distribution, les industriels doivent fabriquer des produits de qualité aussi régulière et uniforme que possible et au meilleur coût. Pour ce faire, la première démarche des industries alimentaires est de disposer des lignes de transformation les plus performantes du point de vue coût de production. Ce coût se décompose en plusieurs facteurs : valeur d'investissement, capacité unitaire de production, nombre d'heures d'utilisation. En parallèle, la recherche d'une meilleure régularité des productions mais surtout d'une réduction du coût de la main d'œuvre a aussi engendré de gros efforts d'automatisation des lignes, de développement de techniques de gestion de production et, plus récemment de délocalisations. Tous ces facteurs convergent inexorablement vers l'accroissement de la capacité unitaire des lignes et la réduction du nombre de sites de production. Dans ces conditions, le nombre d'équipementiers lui-aussi diminue rapidement car compte tenu des coûts d'investissement (et à niveau technologique équivalent), seules sont retenues des entreprises ayant de solides garanties financières et capable d'assurer une assistance technique pour toute la durée de vie de la ligne de fabrication (âge moyen d'une ligne supérieur à 10 ans).

Les entreprises manufacturières doivent aussi s'assurer de leurs approvisionnements en matières premières et ingrédients, ce qui force l'effet de **restructuration des filières**. Des

accords commerciaux sont établis avec les fournisseurs pour livrer des matières premières aux caractéristiques uniformes avec des cahiers des charges de plus en plus précis et s'appuyant sur la traçabilité. En conséquence, on assiste à un double mouvement, parfois contradictoire, celui d'allotement des récoltes de manière à satisfaire les cahiers des charges de plus en plus précis des utilisateurs, mais dans le même temps à une plus grande uniformisation en raison des nombreux mélanges des matières premières effectués tout au long du processus de transformation. Pour éviter les aléas, les matières premières sont en effet mélangées à plusieurs reprises dans les organismes stockeurs, puis dans les usines pour chercher à limiter toute fluctuation de leurs caractéristiques. Dans cette logique, les coopératives et organismes stockeurs assurent dans ces filières un rôle central non seulement au travers de leur fonction traditionnelle d'approvisionnement des marchés, mais de plus en plus en exerçant une nouvelle fonction d'expression de la demande. Ces structures sont probablement les plus à même d'exprimer cette demande des marchés auprès des agriculteurs. Toutefois, dans un contexte de libéralisation des marchés et de mondialisation des échanges on peut s'interroger sur la manière dont elles seront perçues à moyen terme non seulement par les industries utilisatrices mais surtout par les agriculteurs qui les mandatent.

Dans ce contexte, le redéploiement des filières conduit parfois à remettre en cause les systèmes de production en raison d'une déstabilisation des marchés traditionnels. La compétition par les coûts a dorénavant franchi une nouvelle étape car elle ne s'exerce plus uniquement au sein d'une même filière mais désormais entre filières. C'est le prix du gluten, co-produit de l'amidonnerie, qui détermine aujourd'hui le prix de l'amidon et par conséquent le choix d'utiliser comme matière première le blé ou le maïs. Face au développement du marché des nouilles chinoises fabriquées avec de la farine de blé tendre, quelle part occupera demain le blé dur dans le marché mondial des pâtes ? Dans de très nombreux secteurs des IAA, l'huile de palme concrète, abondante et bon marché, s'est progressivement substituée aux huiles métropolitaines, colza et tournesol.

Les exemples ci-dessus montrent bien que de telles évolutions peuvent représenter un réel potentiel d'innovations aptes à satisfaire des attentes nouvelles du marché. Néanmoins, de façon générale, l'uniformisation des équipements et des matières premières a pour conséquence une standardisation des produits de base au travers de la définition de normes (i.e. Codex Alimentarius) qui sert de filtre à la mondialisation des marchés. Le renouvellement de ces marchés est alors supporté par une innovation essentiellement de type marketing dominée par le génie de la formulation qui fait le plus souvent la part belle aux fournisseurs d'ingrédients (surtout céréales) en leur transférant l'essentiel de la valeur ajoutée qui échappe ainsi progressivement aux acteurs des filières traditionnelles.

Si les producteurs ont subi ces évolutions, jusqu'à ces dernières années, les consommateurs ont assisté de manière bienveillante à cette transformation des marchés dont ils étaient les bénéficiaires avec la réduction du poste de l'alimentation dans le budget des ménages : au prix du blé, « gagner sa vie » pour toute une année ne représente guère plus que la valeur d'une heure de travail. Toutefois, dans les années les plus récentes, l'attitude des consommateurs a brutalement changé à la suite des crises alimentaires. Une sorte de prise de conscience soudaine est née d'une rupture avec son alimentation (sait-on encore ce que l'on mange ?). Un climat de suspicion s'est développé remettant en cause tout à la fois les aliments et le modèle de production des produits de l'agriculture. Dans un premier temps, les consommateurs souhaitant maîtriser leur consommation se sont tournés vers d'autres filières (agriculture biologique) plus à même à leurs yeux de satisfaire de nouveaux critères qualitatifs qui n'étaient plus seulement la régularité ou l'uniformité. Ces nouveaux critères se sont

progressivement développés pour représenter aujourd'hui **une demande qualitative nouvelle de la part des consommateurs** que les filières se doivent de satisfaire. Aujourd'hui, trois questions dominent :

a) La sécurité sanitaire des aliments :

Au cours des 50 dernières années, la sécurité sanitaire des aliments des plantes de grande culture s'est considérablement améliorée (qu'on se souvienne par exemple de la contamination des farines par l'ergot de seigle en 1952 (?) à Pont Saint-Esprit). Cette amélioration générale a réellement concerné tous les maillons des filières : conditions de culture, de récolte, de stockage et des procédés de transformation et a été accompagnée par le développement de la traçabilité au sein des filières. Si « l'effet loupe » introduit par les progrès des méthodes analytiques a certes amplifié la perception du risque sanitaire, il n'en demeure pas moins qu'aujourd'hui le consommateur est devenu très attentif à ce critère. Il n'est en effet guère concevable que l'on puisse prendre des risques pour sa santé, en se nourrissant. Dans ce domaine les problèmes liés aux produits de grande culture concernent aujourd'hui les risques de mycotoxines et de résidus des traitements phytosanitaires. Dans le premier cas, des moyens publics importants ont été mobilisés pour chercher à maîtriser ce problème (Mise en place d'un consortium sur les fusariotoxines des céréales par le Ministère de la Recherche dans le cadre du réseau RARE). Pour les autres contaminants, des moyens plus modestes ont été consentis et on ne dispose toujours que de peu de données objectives permettant d'éclairer les décisions publiques.

L'inventaire des dangers qu'ils soient biologiques (mycotoxines...) ou chimiques (métaux lourds, résidus de produits phytosanitaires, acrylamide...) pour les filières céréales et oléo-protéagineux est documenté et bien connu des acteurs (professionnels, scientifiques et administratifs). Ces dangers identifiés font l'objet d'évaluations des risques par les instances scientifiques constamment actualisées au fur et à mesure que les connaissances scientifiques évoluent (toxicologie, épidémiologie, analytique, agronomique, technologique...). La qualité sanitaire des produits alimentaires (en dehors de contaminations accidentelles) est de ce fait de mieux en mieux évaluée et maîtrisée et par voie de conséquence de plus en plus sûre pour le consommateur. En fait, les études sur les mesures de l'appréciation du risque pour le consommateur montrent que pour la population générale, le risque de dépassement des limites toxicologiques est souvent faible, voire inexistant et qu'il convient dès lors d'approfondir l'analyse en s'orientant vers des études sur des populations cibles présentées comme étant potentiellement « plus à risque » du fait d'habitudes alimentaires particulières (forts consommateurs de certains aliments potentiellement contaminés, cas du poisson et du méthylmercure, cas du déoxynivalenol et de la population végétarienne) ou du fait d'une situation environnementale particulièrement contaminée (cas des dioxines autour des incinérateurs de déchets). C'est également la conclusion des rapports du Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF, 1996⁴) et de l'Office parlementaire des choix scientifiques et techniques (2001⁵).

De fait, pour assurer une qualité sanitaire durable des aliments qui soit en adéquation avec une protection globale du consommateur, il est important que la recherche dans le domaine de l'appréciation des risques sanitaires pour l'homme soit portée sur la mise en œuvre :

⁴ CSHPF, groupe de travail contaminants. *Plomb, cadmium et mercure dans l'alimentation : évaluation et gestion du risque.* Tec & Doc Lavoisier, Paris, 1996.

⁵ OPCST. *Effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé.* 2001.

- d'études d'évaluation de l'exposition de type repas dupliqués⁶ ou d'études de l'alimentation totale (EAT, 2004⁷) basées sur l'analyse d'aliments « tels que consommés » par le mangeur qui à la différence d'études d'exposition se basant sur la contamination des matières premières va permettre une estimation plus réaliste, c'est à dire non surestimée du risque.
- de méthodologies statistiques d'évaluation de l'exposition permettant de mieux quantifier le risque pour les forts quantiles d'exposition⁸ en relation par exemple avec des propositions de gestion normatives de filières alimentaires. Ce type de méthodologie présente l'avantage de voir si une limite ou une recommandation sanitaire proposée a un impact significatif sur la diminution de risque du consommateur (ex du vin et de l'Ochratoxine A⁹) ou de définir a contrario le scénario d'option de gestion du risque qu'il serait nécessaire d'appliquer pour avoir un effet significatif sur une diminution du risque pour le consommateur.
- d'études d'exposition directes de type études de biomarqueurs d'exposition sur des populations ciblées comme étant plus « à risque » qui sont nécessaires pour mieux apprécier le risque réel encouru par l'homme, car celles-ci vont permettre de mieux connaître la relation entre ce qui est ingéré, ce qui est retrouvé dans les tissus biologiques, les effets observés sur l'organisme et l'état de santé des individus.

Par ailleurs, les filières, craignant parfois qu'un questionnement médiatisé trop rapidement et trop amplement ne mette en cause leur viabilité, semblent manquer d'anticipation pour prévenir ces risques. Une réflexion-concertation serait à conduire pour éviter ces blocages et anticiper les questions futures en la matière telles que les risques de contaminations aéroliques, ou encore les micro-contaminants générés par les processus de transformation.

b) L'amélioration de la qualité nutritionnelle des aliments :

Si les crises alimentaires ont mis en avant les problèmes de sécurité sanitaire, les problèmes liés à une nutrition déséquilibrée sont susceptibles de poser de plus graves problèmes de santé publique. Le récent rapport du Sénateur Saunier¹⁰ a particulièrement mis l'accent sur ce point en soulignant les risques potentiels liés au développement de l'obésité ou du diabète en Europe (courbe de tendance). Bien se nourrir pour prévenir les effets du vieillissement est devenu un objectif prioritaire pour nombre de consommateurs. Ce sont les démarches individuelles des consommateurs qui ont permis de soutenir le développement des produits de l'agriculture biologique. Toutefois, ces consommateurs ne se sont pas toujours rendu compte que leur démarche était davantage une action favorable

⁶ Leblanc J-Ch., L., Malmauret, T., Guérin, F., Bordet, B., Boursier, Ph., Verger, *Estimation of the dietary intakes of pesticides residues, lead, cadmium, arsenic and radionuclides in France, Food Additives and Contaminants, Vol. 17, pp. 925-932 (2000).*

⁷ *Etude de l'alimentation totale française – Mycotoxines, minéraux et éléments traces - INRA-DGAL. Leblanc JC. Coordonnateur Mai 2004.*

⁸ *Méthodologies d'analyse des risques alimentaires, Coord. Feinberg, M.; Bertail, P. et Leblanc JCh.; Eds Tech & doc Lavoisier (A paraître 2004/2005).*

⁹ Tressou J., Leblanc J.Ch., Feinberg, M., Bertail P., *Statistical Methodology to Evaluate Food Exposure to a Contaminant and Influence of Sanitary Limits: Application to Ochratoxin A. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 2004 accepté.*

¹⁰ Les nouveaux apports de la science et de la technologie à la qualité et à la sûreté des aliments rapport à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques n°1453 Assemblée nationale et n° 267 Sénat , avril 2004.

à l'environnement plutôt qu'à un réel maintien de leur bonne santé. Des erreurs plus graves sont chaque jour commises par des consommateurs mal informés qui suivent, par effet de mode, tel nouveau régime qui conduit le plus le plus souvent à des contresens nutritionnels (ex : régime Atkins) et pouvant nuire gravement à la santé de l'individu. C'est pourquoi les associations de consommateurs se mobilisent aujourd'hui pour que soit définie une véritable politique nutritionnelle à l'échelle nationale, voire européenne. Le débat de santé public qui vient de s'ouvrir va-t-il déboucher sur de simples mesures d'interdiction (ex : distributeurs de confiseries dans les écoles) ou sur une véritable politique de santé publique se donnant des objectifs concrets en matière de nutrition tels que définis dans le Programme National Nutrition Santé. Même s'il ne semble pas qu'il puisse être remis en cause le libre choix du consommateur de ses aliments, les marges de manœuvre des entreprises alimentaires pour satisfaire ces nouvelles attentes restent encore aujourd'hui limitées. En effet, autant le risque potentiel d'un constituant dans l'alimentation est établi de facto, autant un éventuel bénéfice santé d'un aliment reste difficile à démontrer. Dans cette perspective, les enjeux ne semblent pas devoir se situer au seul niveau des industries alimentaires mais davantage autour de démarches intégrées de filière dont les acteurs devront se mobiliser pour dégager les éléments d'information nutritionnelle et soutenir une démarche globale d'innovation au service du consommateur.

c) L'évaluation des bénéfices et des risques liés aux OGM :

La transgénèse constitue une des avancées scientifiques majeures des cent dernières années. Son potentiel d'application est si vaste qu'elle entretient de nombreux espoirs mais provoque tout autant de craintes.

Les principaux bénéfices attendus concernent la santé avec l'espoir d'assurer la sécurité alimentaire pour le monde (aspect quantitatif), la sécurité nutritionnelle (aspect qualitatif), d'améliorer la diète (modifier la composition en matières grasses, traiter des maladies chroniques *i.e.* maladie coeliaque) ou d'autres bénéfices santé plus ciblés (immunisation passive). Dans le domaine de l'environnement, les bénéfices attendus sont une réduction d'emploi des pesticides et une meilleure utilisation des ressources en eau et des terres agricoles.

Les risques portent peu ou prou les mêmes sujets. Dans le domaine de la santé les craintes concernent les problèmes d'allergie (réponse immunochimique à des antigènes spécifiques), de toxicité, de déséquilibre nutritionnel (interactions négatives entre nutriments), ou encore de diminution de la diversité de la diète (élimination d'autres sources d'aliments avec la bio-fortification des plantes de grande culture). En ce qui concerne l'environnement, les risques avancés concernent surtout la réduction de la biodiversité (meilleure compétitivité des OGM), la dissémination (acquisition de résistance par transfert sauvage de gènes à d'autres organismes).

D'autres questions religieuses, économiques ou éthiques (brevetabilité) font aussi l'objet de débats. Toutefois, il n'est pas inutile de souligner que les principales questions actuelles tournent autour des deux thèmes prioritaires (santé et sécurité) pour les consommateurs et les citoyens. Alors pourquoi cette fracture entre les scientifiques et la société ? Le dialogue ne devrait-il pas conduire à un souci mutuel de rechercher des voies d'amélioration de la condition humaine et de réduction des inégalités ?

Cette incompréhension semble reposer sur des perceptions encore trop antagonistes. D'une part, certains scientifiques et techniciens, fascinés par les prodigieuses potentialités de cette nouvelle technologie, tendent à la présenter comme solution unique pour traiter tous les problèmes actuels et futurs (comme celui de la faim dans le monde), d'autre part des associations prônant la désobéissance civile contreviennent régulièrement à la loi en détruisant des expérimentations dûment autorisées. Au milieu, les consommateurs-citoyens sont eux davantage concernés par l'évaluation des bénéfices et des risques relatifs à l'utilisation de cette nouvelle technologie. Si les modifications génétiques faites à des fins thérapeutiques ont été bien acceptées, en revanche, pour l'alimentation, le problème se pose de manière sensiblement différente. Dans ce cas en effet, il faut considérer l'évolution très rapide de la demande des consommateurs qui en quelques années est passée de problèmes de déficience nutritionnelle à des problèmes liés à des excès de nutriments, pour envisager désormais comment notre alimentation pourrait éviter les maladies et assurer le bien-être. Dans cette nouvelle perspective, la prise de risque devient inacceptable et le principe de précaution s'impose. C'est pourquoi la demande vers les scientifiques ne porte pas tant sur la technique elle-même mais davantage sur les risques encourus et les effets prévisibles et non prévisibles de l'utilisation de cette technologie nouvelle. On ne demande plus aux scientifiques de se « contenter » d'expliquer mais surtout de fournir des informations techniques prenant en compte les limites d'incertitude et d'anticiper les problèmes et les solutions. La question revient alors à demander aux scientifiques d'anticiper des effets non attendus pour tenter de répondre précisément aux questions suivantes :

- Quels sont les risques liés à un changement fortuit de la composition des aliments ?
- Peut-on garantir l'innocuité de l'ADN transféré quelle qu'en soit son origine ?,
- Quels sont les risques de transférer un gène d'un organisme à un autre ?

Au delà de la remise en cause du paradigme «un gène-une fonction», le fait de considérer des effets non prévisibles constitue un vaste défi que les scientifiques ne pourront relever qu'en comblant des lacunes de connaissances dans plusieurs domaines, en particulier par :

- Une meilleure compréhension des variations de composition et de teneur des métabolites primaires et secondaires des plantes. Le développement des outils de protéomique et de métabolomique devrait permettre d'y aider. Mais dans ce cas, la question ne repose pas sur la seule détermination de ces constituants mais davantage sur l'interprétation et la compréhension des résultats de ces analyses en termes de propriétés et d'interactions.
- Une meilleure évaluation des conséquences métaboliques de la consommation des aliments OGM. Si l'on accepte la probabilité de différences de composition multiple et non pas unique, l'évaluation de l'innocuité doit alors porter sur l'aliment entier pour évaluer les conséquences fonctionnelles d'un changement non prévisible de composition. Les méthodes dose-réponse utilisées jusqu'à présent pour évaluer l'effet d'une molécule ne sont pas bien adaptées pour évaluer les facteurs de risques et un effort méthodologique particulier est à développer.

Ainsi ressort la nécessité d'introduire une notion de probabilité de risque qui permettrait avec la prise en compte conjointe d'autres facteurs (bénéfices attendus, prix) d'arbitrer les choix. Mais, pour ce faire, de nouvelles approches sont à engager faute de quoi, les pouvoirs publics

ne pourront que se prononcer sur des dossiers de pétitionnaires, ce qui ne satisferait nullement le consommateur-citoyen inquiet face au développement de ces nouvelles technologies.

5. RECOMMANDATIONS

Dans ce qui précède nous nous sommes efforcés de répertorier le continuum d'innovations des filières « grains et graines » et d'en examiner leurs impacts sur la qualité sanitaire, nutritionnelle et organoleptique des aliments (chapitre 3). Nous avons par ailleurs examiné quelles étaient les principales caractéristiques des évolutions en cours en nous plaçant davantage du point de vue du consommateur souhaitant assurer un meilleur contrôle de son alimentation (Chapitre 4).

Dans ces deux approches, des éléments marquants et, nous semble-t-il, pérennes, ont été mis en exergue. Il peut toutefois en résulter une apparente contradiction entre l'offre et la demande. Cependant, il ne saurait être question ici de prôner un quelconque retour en arrière ou toute autre régression, mais bien au contraire de dépasser ces contradictions apparentes de sorte que la société puisse se réapproprier la maîtrise des techniques pour mieux orienter les travaux scientifiques au bénéfice du consommateur et du citoyen. Il s'agit en fait, de réconcilier la modernité de l'agriculture - qui s'exprime particulièrement dans les filières de plantes de grande culture - avec les attentes sociétales, et de veiller à l'acceptabilité des innovations techniques. Dans cette perspective, le groupe de travail souhaite émettre les recommandations suivantes :

1. Mettre en place un système d'évaluation des bénéfices et des risques liés aux innovations

Rétablir un climat de confiance repose sur une information claire et complète des consommateurs-citoyens sur l'impact réel des innovations. En complément de ce qui a été engagé jusqu'à présent pour étudier et prévenir les risques, il est aujourd'hui nécessaire de chercher à évaluer l'intérêt réel d'introduire une innovation ou un changement réglementaire. La récente décision d'interdire l'utilisation de l'atrazine¹¹ comme désherbant sans avoir vérifié s'il existait un traitement de substitution se traduit actuellement par une forte recrudescence de l'ambrosie, notamment dans la Vallée du Rhône. Or le pollen de cette plante provoque chez de nombreuses personnes des réactions allergiques (près de 10 % de la population serait sensibilisée). Cet exemple montre qu'aujourd'hui la prise de décision ne peut plus concerner qu'un seul aspect d'un problème. Une réflexion systémique sur tous les facteurs d'impact, positifs comme négatifs, d'une innovation, d'un changement technique ou d'une réglementation est à engager pour en évaluer un rapport bénéfices/risques à partir duquel pourront se dégager des consensus. C'est pourquoi, il semble important d'encourager le rapprochement de l'expertise et de la société civile. En effet, s'il est légitime que la sphère publique reste maître d'œuvre de l'évaluation pour dégager une information objective permettant la prise de décision, il est tout aussi indispensable que l'ensemble des acteurs soit engagé dans le processus d'instruction à charge et à décharge. **La création d'une agence de**

¹¹. Ce produit interdit depuis juin 2003 est impliqué dans le phénomène des pluies acides et se révèle nocif à dose concentrée pour les manipulateurs. A sa dose normale d'utilisation, sa toxicité serait faible pour l'homme comme pour la faune.

communication sur les bénéfices et risques impliquant l'ensemble des acteurs concernés pourrait constituer un outil d'information mutuel permettant de dégager ces consensus.

Par ailleurs, s'il n'est pas douteux que la réglementation constitue un élément dynamique indispensable pour faire progresser la qualité des aliments proposés aux consommateurs, elle ne peut cependant constituer le seul moteur de progrès au sein des filières des plantes de grande culture. **Les excès de la réglementation sont tels qu'ils constituent désormais une barrière à l'innovation** qui semble aujourd'hui infranchissable à la plupart des entreprises du secteur (ex : procédure Novel Food). Sauf à en faire un outil de restructuration du secteur, il semble souhaitable de reconsidérer ces problèmes de manière globale plutôt que de continuer à accumuler un arsenal de textes réglementaires qui ne reposent le plus souvent que sur la base de valeurs analytiques définies en fonction du seuil de sensibilité des appareils de mesure. Enfin concernant le processus européen en matière de normalisation, il serait souhaitable que les décisions prises par les politiques (Parlement) s'appuient d'avantage sur l'expertise scientifique, comme c'est le cas au sein du *Codex Alimentarius*. Des normes et une réglementation impartiales et fiables reposant sur des connaissances scientifiques et techniques avérées est probablement la meilleure voie pour garantir des relations de confiance entre les acteurs.

2. Développer notre capacité d'expertise pour répondre aux attentes et besoins des consommateurs et des citoyens

Malgré l'importance économique et le nombre d'entreprises du secteur des grains et graines, la France présente la particularité de ne disposer que d'un très faible nombre d'équipementiers. Or ces industries sont probablement celles les plus à même de capitaliser les connaissances et les savoir-faire et d'assurer leur dissémination au sein du tissu industriel. Cette faiblesse de notre dispositif impose donc que soit maintenue une expertise dans le secteur des grains et graines pour conserver un leadership en Europe. Dans ce contexte, il est souhaitable d'inciter **la structuration d'une expertise collective au sein des filières céréalières et oléagineuses**. Si une réflexion est à mener pour affiner ce concept, la mise en place d'un tel dispositif serait à même de consolider les acquis et de formaliser les connaissances en vue de développer des outils de formation initiale et continue.

Il convient de renforcer, notre expertise dans plusieurs domaines prioritaires : génomique, sciences des aliments, génie des procédés, développement des méthodes analytiques ainsi qu'en nutrition.

Aujourd'hui, les Apports Nutritionnels Conseillés s'adressent à des populations normales, pas à des individus. Les progrès des connaissances scientifiques doivent permettre d'adapter les recommandations alimentaires aux besoins des différents groupes de consommateurs afin de préserver et, si possible, d'améliorer leur santé et leur qualité de vie. Si l'équilibre des constituants essentiels doit être défini, par exemple, $\omega 6/\omega 3$ dans le domaine des lipides pour la lutte contre les maladies cardio-vasculaires et le cancer, il faut également attacher une importance particulière aux constituants mineurs (tocophérols, phytostérols pour rester dans le domaine des corps gras). Ces recommandations, établies et validées par la Communauté scientifique, devront, en termes appropriés, être présentées à l'ensemble de la population.

De plus, pour répondre aux attentes futures des consommateurs, un rapprochement avec les sciences humaines et les neurosciences est à encourager, afin de mieux comprendre le comportement des consommateurs et adapter les caractéristiques des produits finis à ces attentes, notamment pour ce qui concerne les perceptions sensorielles

Il s'agit aussi de répondre à la demande exprimée par le consommateur de produits porteurs d'image d'authenticité, issus d'une agriculture durable, respectueuse des contraintes environnementales et faisant vivre le territoire.

. Compte tenu des enjeux à plus long terme, deux autres axes de recherche sont aujourd'hui à privilégier :

– **La compréhension des mécanismes d'élaboration des structures et des propriétés des matières premières**

Le développement des outils biotechnologiques (de la génomique à la métabolomique) autorise dès aujourd'hui l'exploration d'un vaste champ d'étude pour comprendre comment s'élabore la qualité des produits de l'agriculture. Ces travaux qui visent à suivre les voies de production et d'accumulation des protéines, des matières grasses et des métabolites au sein des grains et graines devrait permettre, après modélisation des fonctions biologiques des macromolécules, de concevoir une boîte à outil permettant de créer de nouvelles variétés possédant des propriétés répondant mieux aux attentes des consommateurs et de gérer des itinéraires techniques de production conduisant à améliorer la régularité de la qualité des récoltes. Ainsi dans un contexte de meilleure gestion des intrants imposant pour les plantes de grande culture, notamment les céréales, des limitations d'apport d'azote, une compréhension fine des mécanismes d'assimilation et de remobilisation de l'azote seront indispensables pour satisfaire une réduction d'intrants sans nuire à la qualité des produits finis. Dans ce contexte d'agriculture durable, différentes autres applications sont à développer, en particulier dans le domaine de la lutte biologique.

– **La ré-ingénierie des procédés de transformation**

L'industrialisation des procédés de fabrication des aliments est née de la nécessité de valoriser les excédents des produits agricoles. Les procédés ont ensuite fortement évolué afin de satisfaire la qualité perçue par les consommateurs. S'ouvre aujourd'hui une nouvelle voie visant à concevoir simultanément les aliments et leur procédé en fonction de propriétés recherchées pour l'aliment et non plus à partir des caractéristiques des matières premières. Cette approche, dite d'ingénierie inverse, découvre un nouveau et large domaine de diversification pour les industries alimentaires et aura en retour des conséquences sur les modes de production et la création variétale. Cette démarche est plus à même de satisfaire les besoins du consommateur pour développer des produits capables de lui assurer santé et bien-être, voire d'aller vers une alimentation nutritionnelle individualisée. Cette démarche trouvera aussi des applications pour satisfaire les attentes du citoyen qui souhaite que soient minimisées la production d'effluents et les dépenses énergétiques nécessaires à la préparation des aliments tout en assurant une plus grande hygiène des produits et une meilleure utilisation des coproduits. L'extraction aqueuse des huiles végétales constitue un bon exemple de cette démarche. Si aujourd'hui l'utilisation des solvants est indispensable pour garantir la compétitivité en recherchant à obtenir le rendement maximal en huile, la mise au point d'une nouvelle technologie d'extraction des huiles par l'eau constituerait une réelle innovation au bénéfice du consommateur en même temps qu'un moindre coût écologique. La diversification de la demande jointe à une compétitivité qui ne serait plus exclusivement basée sur les seuls coûts de production permettrait d'envisager une réduction de taille des ateliers de production (down-sizing). S'inscrivant dans une perspective de développement durable, cette démarche

de ré-ingénierie des procédés participerait ainsi à l'effort de redynamisation de l'innovation au profit du consommateur et du citoyen.