

un point sur...

# aliments et industries alimentaires :

les priorités  
de la recherche publique

Pierre Feillet, coordinateur



**INRA**

EDITIONS



# **aliments et industries alimentaires :**

les priorités  
de la recherche publique

*Propositions du GisRia  
Recherche Industrie Alimentaire  
Automne 1997*

## **un point sur...**

### **Phytoprofitaires, protection des plantes, biopesticides**

P. BYE, C. DESCOINS, A. DESHAYES, coord.

1991, 178 p.

### **Le magnésium en agriculture**

C. HUGUET, M. COPPENET, coord.

1992, 276 p.

### **Agricultures et société**

C. COURBET, M. BERLAN-DARQUE, Y. DEMARNE, éd.

1993, 326 p.

### **Élaboration du rendement des principales cultures annuelles**

L. COMBE, D. PICARD, coord.

1994, 192 p.

### **Comportement et bien-être animal**

M. PICARD, R.H. PORTER, J.P. SIGNORET, coord.

1994, 228 p.

### **Trente ans de lysimétrie en France (1960-1990)**

J.C. MULLER, coord.

1996, 392 p.

### **Teneurs en éléments traces métalliques dans les sols (France)**

D. BAIZE

1997, 412 p.

### **Oiseaux à risques en ville et en campagne**

*Vers une gestion intégrée des populations ?*

P. CLERGEAU, coord.

1997, 376 p.

### **L'information scientifique et technique**

*Nouveaux enjeux documentaires et éditoriaux*

P. VOLLAND-NAIL, coord.

1997, 282 p.

© INRA, Paris 1998 – ISSN 1250-5218 – ISBN : 2-7380-0827-5

*Le Code de la propriété intellectuelle du 1<sup>er</sup> juillet 1992 interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droits. Le non respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique. Toute reproduction, partielle ou totale, du présent ouvrage est interdite sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands-Augustins, Paris 6<sup>e</sup>.*

# **aliments et industries alimentaires :**

les priorités  
de la recherche publique

*Propositions du GisRia  
Recherche Industrie Alimentaire  
Automne 1997*

**GIS-Recherche Industrie Alimentaire**  
**GISRIA**

**Contact : Pierre Fellet**  
**Directeur du GISRIA**  
**(tél) 04 99 61 25 49**  
**(fax) 04 99 61 26 45**

## SOMMAIRE

|   |     |
|---|-----|
| AVERTISSEMENT .....   | 7   |
| INTRODUCTION .....  | 11  |
| CHAPITRE I 50 ans de progrès<br>en sciences et techniques<br>dans les industries alimentaires ..... | 15  |
| CHAPITRE 2 Le poids économique<br>des industries alimentaires .....                                 | 21  |
| CHAPITRE 3 Bilan scientifique et technique<br>des filières .....                                    | 31  |
| CHAPITRE 4 Les priorités de chaque filière .....  | 101 |
| CHAPITRE 5 Analyse économique des filières .....  | 125 |
| CHAPITRE 6 La recherche en France et en Europe .....  | 159 |
| CHAPITRE 7 Demain ? Une prospective audacieuse .....  | 231 |
| CHAPITRE 8 En conclusion... ..  | 259 |
| CHAPITRE 9 Annexes .....  | 267 |





## AVERTISSEMENT

Créé en 1993 avec le soutien des ministères en charge de l'Agriculture et de la Recherche, le GISRIA résulte de la volonté de onze organismes de recherche et d'enseignement supérieur spécialisés d'assurer une meilleure concertation sur la stratégie menée, la définition des programmes et leur mise en œuvre par chacun d'entre eux dans le domaine de la recherche sur les aliments et les industries alimentaires. Il s'agit de cinq instituts (INRA, CEMAGREF, CIRAD, CNEVA, IFREMER) et de six établissements d'enseignement supérieur (ENITIAA, ENSAIA, ENSBANA, ENSIA, ISIM, ISTAB).

Après dix ans d'efforts des pouvoirs publics pour consolider le dispositif national de recherche, publique aussi bien que privée, et après l'achèvement de trois programmes incitatifs dont le premier était lancé en 1986, il a en effet paru nécessaire aux responsables des établissements membres du GIS de lancer une réflexion collective pour mieux identifier les problématiques scientifiques sur lesquelles devraient s'orienter l'activité des chercheurs.

D'autre part, et ainsi que le souligne le groupe Prospective du ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation (MAPA) dans son rapport de synthèse de novembre 1996, « l'agriculture et l'agro-alimentaire doivent aujourd'hui, dans le contexte général d'évolution de nos sociétés, faire face à de nouvelles exigences. Les questions de santé, le respect de l'environnement, la gestion des espaces ruraux constituent autant de défis à relever ».

C'est dans ce contexte que le GISRIA a élaboré un rapport d'étude intitulé « Les priorités de la recherche publique sur les aliments et les industries alimentaires. Assurer l'ingénierie de la qualité » rendu public en septembre 1997, sous la direction de Pierre FEILLET, Directeur du GISRIA.

Il s'agit de la synthèse de travaux qui se sont déroulés pendant plus d'un an au sein de 9 groupes de travail et du conseil de groupement (GISRIA) :

- > 8 groupes « filière » (céréales-protéagineux et plantes sucrières, boissons alcoolisées, produits laitiers, produits carnés, produits de la pêche, corps gras, plantes stimulantes : café, cacao, thé, épices et aromates, fruits et légumes) constitués de représentants de la recherche publique, collective et privée, qui ont procédé à une analyse économique de la filière avant de dresser l'état des structures de recherche françaises et européennes. Ces groupes ont ensuite analysé les contributions des équipes en termes de publications scientifiques et de brevets et apprécié l'état des sciences et des technologies pour enfin conclure par des recommandations sur les objectifs que devait se donner la recherche publique pour les dix prochaines années ;
- > 1 groupe prospectif chargé de rassembler et d'analyser les études prospectives faites en ce domaine, en France et à l'étranger, et qui a tenu le plus grand compte du rapport du groupe prospective du MAPA (novembre 1996).

Pour sa part l'Observatoire des sciences et des techniques (OST) a fourni un bilan de l'intensité et de la notoriété des publications françaises depuis 1985.

Les éclairages apportés par le Groupe français de génie des procédés, l'ANVAR et la Direction générale de l'alimentation (DGAL) auront été particulièrement utiles. Des études plus spécifiques sur le génie particulière et la cuisson des produits alimentaires auront également éclairé certains aspects des réflexions engagées.

Les rapports des groupes de travail filière et le pré-rapport final de synthèse du GISRIA ont été largement diffusés pour avis auprès de personnalités de l'administration, de l'industrie et de la recherche. Le plus grand compte a été tenu de leurs remarques dans les rapports finaux.

Au cours de ses travaux, le GISRIA a eu le souci permanent de confronter **trois points de vue** : celui des **chercheurs** dont l'expertise a permis d'identifier les verrous scientifiques les plus importants et les champs d'investigations les plus prometteurs ; celui des **industriels** confrontés à la double nécessité, certes pas contradictoire, d'assurer la compétitivité de leurs entreprises et de garantir la qualité des aliments et des boissons qu'ils fabriquent ; celui de nos **concitoyens**, enfin, plus difficile à cerner, qui aspirent à une alimentation porteuse de plaisir, de santé, de sécurité et de praticité et à des chaînes de production respectueuses de l'environnement.

Grâce à cette étude présentée dans cet ouvrage sous une forme « grand public », le GISRIA souhaite atteindre plusieurs objectifs :

- > apporter une contribution collective de la communauté scientifique française à la Commission européenne au moment où s'élabore le 5<sup>e</sup> PCRD (programme cadre pour la recherche et le développement) ;
- > aider les responsables des départements ministériels, des organismes de recherche et des établissements d'enseignement supérieur à apprécier leur politique au regard d'une vision stratégique des enjeux que posent à la recherche les évolutions prévisibles des modes de consommation et des métiers des industries alimentaires au cours des dix prochaines années ;
- > apporter aux équipes de recherche les éléments d'information et de réflexion qui leur permettent de situer leurs problématiques au sein d'une vision globale des priorités du secteur et de s'interroger sur la pertinence de leurs choix ;
- > disposer d'un document, par nature susceptible d'ajustements, pouvant servir de « tableau de bord » au suivi et à l'optimisation des collaborations entre la recherche publique, les centres techniques et les industries alimentaires...

... et fournir au plus grand nombre des informations approfondies dans ce domaine économique et scientifique majeur que sont les industries alimentaires.



## INTRODUCTION

### *Comment assurer une qualité optimale aux produits de l'industrie alimentaire ?*

La réponse est bien entendu multiple. Car les industries alimentaires sont aujourd'hui des industries de haute technologie. Elles doivent donc maîtriser trois composantes majeures de leur activité qui se caractérisent toutes trois par leur grande complexité :

- > les filières, de la production agricole à la consommation des aliments et des boissons sont au nombre de huit : boissons alcoolisées ; produits des plantes de grande culture (céréales, protéagineux et plantes sucrières) ; produits de la mer ; produits laitiers ; produits carnés ; corps gras ; fruits et légumes ; café, thé, cacao, épices et aromates ;
- > la mise en œuvre de technologies multidisciplinaires, telles que la biologie, la chimie ou le génie des procédés ;
- > la qualité qui découle de quatre éléments indépendants et indispensables tous les quatre : la sécurité hygiénique, la valeur santé, le plaisir de la table, la praticité.

Autant dire que cet objectif de qualité optimale recherché par l'industrie alimentaire doit nécessairement s'appuyer sur les progrès de la science et de la technologie.

C'est en effet sur un seul et même front qu'il faut faire avancer trois des composantes de la qualité (qualité sanitaire, valeur

santé, caractéristiques organoleptiques) en se battant à tous les niveaux de la chaîne alimentaire : amélioration des variétés et des espèces, pratiques agronomiques et conduite des élevages, procédés de transformation, mode de stockage et de distribution. Ce qui implique une parfaite connaissance de l'**enchaînement des technologies** et de leurs interactions et une maîtrise de la **traçabilité des produits** au sein des filières. Recherche et technologie y sont essentielles.

Le concept d'**ingénierie de la qualité** au sens très opérationnel de la prise en compte raisonnée et coordonnée de l'ensemble des paramètres contribuant à la qualité des aliments et des boissons, qualifie au plus près cette approche intégrée et multidisciplinaire de la recherche sur les aliments et les industries alimentaires.

Par ailleurs, le **développement démographique** mondial et le rattrapage des insuffisances alimentaires actuelles devraient conduire à une croissance élevée de la demande. Celle-ci sera accompagnée par une évolution qualitative des besoins.

On assiste à une exigence croissante des consommateurs plus instruits, d'abord dans les pays riches, pour des aliments et des boissons dont la praticité réponde à l'évolution des modes de vie (la consommation change avec la transformation de l'homme « sociétal » et dont les fonctions santé, sécurité et plaisir (rattachées aux composantes intemporelles de l'homme « biologique ») soient satisfaites. Recherche et technologie sont à la source des réponses à ces exigences.

Quant à l'amélioration de la praticité, elle est davantage, en aval, l'affaire de la recherche industrielle. Or, pour être compétitives, les entreprises doivent non seulement compresser leurs dépenses, mais également innover, proposer des produits différents, s'organiser de façon à répondre rapidement aux attentes des consommateurs.

La mise en place d'une agriculture « raisonnée » devrait avoir, à long terme, un effet bénéfique sur l'état sanitaire des produits agricoles livrés aux industries alimentaires. Mais à plus brève échéance, cinq à dix ans, on peut craindre une grande disparité de la qualité de ces produits ; à la présence de métaux lourds ou

de résidus de traitements phytosanitaires et vétérinaires pourraient s'ajouter, si on n'y prend garde, des contaminations microbiennes nocives pour la santé. Les grandes firmes diversifient leurs implantations et s'installent près des nouvelles zones de production de matières premières et de consommation des aliments et des boissons. De nouveaux concepts d'usine apparaissent : usine éclatée, usine flexible et usine ultrapropre...

On le voit, c'est une approche pluridisciplinaire (qui n'est pas sans rappeler l'approche systémique) qui préside aux développements de l'industrie alimentaire. Celle-ci ne peut évidemment se contenter d'augmenter sa production et la variété de ses produits sans prendre en compte **tous** les aspects de la qualité, élément capital pour des consommateurs toujours plus exigeants.

Le concept de qualité échappe à toute définition simple et absolue et se construit en permanence par la confrontation d'au moins trois composantes : l'une intrinsèque au produit, dont les caractéristiques sont fonction des propriétés des matières premières et des modes de fabrication et de conservation et deux autres extrinsèques, les préférences des consommateurs et le marché où le produit est mis en circulation et en concurrence. Se limiter à une approche focalisée sur les caractéristiques intrinsèques du produit sans tenir compte des deux autres facteurs n'a ni sens, ni avenir dans une approche filière. N'en conserver que l'une des composantes (hygiénique, nutritionnelle, organoleptique, culturelle, sociale ou économique), en oubliant les autres, serait également une grave erreur.

Il faut être conscient de la difficulté de l'exercice proposé car l'évolution de la recherche a poussé les chercheurs à préserver et accroître leur performance disciplinaire et enrichir leur expertise propre. L'explosion des connaissances qui conduit à l'atomisation du savoir et à la parcellisation des expertises doit maintenant être complétée et enrichie par des approches plus générales et plus globales. Cette évolution ne saurait être spontanée.

Le GISRIA appelle donc la communauté française des chercheurs à inscrire leur travaux au sein d'une demande collective visant à développer ce qu'il faut dorénavant appeler ingénierie de la qualité. Et les responsables politiques et des instituts à mobiliser les moyens nécessaires pour les y inciter.





## CHAPITRE 1

### 50 ans de progrès en sciences et techniques dans les industries alimentaires

#### *Amélioration des méthodes de conservation (1945-1955)*

C'est l'époque du début de l'explosion urbaine et de l'accroissement de la circulation des denrées alimentaires entre les grandes zones productrices et les pays détruits par la deuxième guerre mondiale. Des procédés améliorés de conservation des aliments et des boissons sont mis au point : séchage sous vide, atomisation, irradiation, lyophilisation. Les jus d'orange concentrés, les pommes de terre déshydratées et les cafés solubles sont les nouveaux produits phares des années 50. Les barèmes de stérilisation sont optimisés sur la base des progrès de la microbiologie. Le concept d'activité d'eau  $A_w$  fait rapidement preuve de sa richesse.

Abaisser la teneur en eau des produits pour assurer leur conservation ou diminuer les coûts de transport sans altérer les goûts, les textures ni les arômes est une priorité stratégique pour les industries alimentaires qui, outre-Atlantique, sont en plein développement.

#### *La science des aliments (1965-1985)*

L'instrumentation fait des progrès considérables : électrophorèse (en gel d'amidon puis en gel de polyacrylamide, mono puis bi-dimensionnel), chromatographie (d'échange d'ions,

d'exclusion, à haute pression...), spectroscopie (infra rouge, de masse...), RMN, microscopie (électronique, à balayage, confocale)... L'amélioration de la rapidité, de la reproductibilité et de la précision le dispute à celle de la miniaturisation.

Les chercheurs s'approprient rapidement ces techniques, souvent issues d'autres secteurs, pour « revisiter » les travaux des années précédentes. La composition des aliments et des boissons, les propriétés des molécules constitutives (protéines surtout, lipides et amidon, composés aromatiques...), la mise en relation entre composition et propriétés organoleptiques font des progrès considérables. Mais la course au « toujours plus fin » fait oublier que les produits alimentaires sont des systèmes très hétérogènes et complexes et que la connaissance des propriétés des éléments qui les composent, pris isolément, est insuffisante pour rendre compte des propriétés du tout. Les publications se multiplient, les approches synthétiques se raréfient. La matrice alimentaire a laissé la place à la molécule isolée et purifiée.

### *Le début du génie industriel (1970)*

La modernisation des industries alimentaires s'inspire des progrès faits dans d'autres branches industrielles. Il y a longtemps que le génie chimique a fait les preuves de son efficacité alors que les premières équipes de génie industriel alimentaire, sous l'impulsion de M. Loncin en France, cherchent encore leurs marques (NB : le premier ouvrage en langue française dédié spécifiquement au génie industriel alimentaire est édité en 1976). La « révolution » conceptuelle est de considérer les opérations techniques de façon indépendante de la matière première, ce qui permet de mettre en commun l'expérience acquise dans des domaines très différents. Des équipes se spécialisent sur l'étude des transferts de matières, de chaleur ou de quantité de mouvements et contribuent de façon très significative à l'optimisation des modes de production (conception et conduite des équipements). Du « grand artisanat », les industries alimentaires entrent dans l'ère industrielle.

Une approche du génie alimentaire prenant mieux en compte la spécificité des produits alimentaires – en rupture

avec la vision « intégriste » de ses débuts – et l'importance du génie manufacturier ne verra le jour que beaucoup plus tard, quinze à vingt ans après.

### ***Les années nutrition (1975-1995)***

Les recherches en nutrition ne datent pas de 1975. Mais c'est vers cette époque que les consommateurs, entraînant les industriels, marquent un intérêt croissant pour une alimentation qui préserverait leur santé. La médiatisation du rapport McGovern les a alertés. Les nutritionnistes s'inquiètent de l'évolution des modes de consommation et de leur incidence sur certaines pathologies (obésité, maladies cardio-vasculaires, cancers...). Les spécialistes des aliments tentent de se rapprocher des nutritionnistes (ils sont plus nombreux à travailler sur l'animal que sur l'homme) et de la recherche médicale. Après l'échec de la commercialisation à grande échelle des concentrés protéiques (les protéines d'origine unicellulaire mobilisent de nombreuses équipes une fois abandonnées les CSM – *corn, soy, milk concentrates* – et autres « potions protéiques »), de nouveaux édulcorants (aspartam, fructose) et des substituts de matière grasse voient le jour. Les fibres alimentaires donnent lieu à de très nombreuses études en relation avec le cancer du colon.

De nouvelles priorités se dessinent progressivement : les chercheurs accordent une place plus importante aux effets positifs de l'alimentation. La notion d'aliments « fonctionnels » apparaît au Japon.

### ***Les biotechnologies, sésame des années 80 (1980-1995)***

Fille des aliments (fromage, pain, saucisson, choucroute) et des boissons (vin, bière), la biotechnologie a mobilisé les efforts et une partie significative des moyens de la recherche mondiale relevant des « sciences du vivant » quand il est apparu que le transfert de gènes d'une espèce à l'autre ouvrait la voie à un champ immense de recherches fondamentales et à des marchés

(agriculture, alimentation, santé) non moins considérables. Entraînés par la priorité accordée à la biologie moléculaire, le génie enzymatique et le génie fermentaire, dont l'objet est d'optimiser la mise en œuvre des outils biologiques (enzymes et micro-organismes) utilisés pour la fabrication des produits alimentaires, mobilisent de nombreuses équipes, d'autant plus que les financements abondent. Dans la même mouvance, des kits d'analyse s'appuyant sur les propriétés spécifiques des enzymes, des anticorps monoclonaux et des sondes nucléaires sont développés. Mais c'est dans le domaine de la transgénèse des micro-organismes (levures, bactéries lactiques), des plantes et des animaux que l'on peut parler d'une véritable révolution, au sens le plus étymologique du terme de « re-évolution », puisque ces méthodes transgressent les barrières qui s'étaient instaurées entre les espèces au cours de leur évolution.

Les sciences humaines et sociales entrent en jeu quand les chercheurs et les industriels découvrent que l'acceptabilité par les consommateurs des avancées de la science pose question.

### *Priorité à l'hygiène alimentaire (1990-1995)*

Les directions générales des entreprises prennent conscience de la priorité qu'ils doivent donner à la garantie sanitaire des aliments et des boissons. Les microbiologistes commencent à délaisser les études faites sur milieu de culture synthétique pour tenter de comprendre, puis de modéliser, les modes de développement des flores pathogènes (et d'altération) dans les milieux extrêmement complexes (et variables) que sont les produits alimentaires. Les progrès analytiques (anticorps monoclonaux, PCR, sondes nucléaires, automates) permettent une accélération remarquable des travaux expérimentaux ; la « microbiologie prédictive », dont l'objet est de prévoir le devenir des micro-organismes au sein des aliments en fonction des modes et des durées de conservation, devient un enjeu réglementaire, et donc commercial. Une gestion raisonnée et « écologique » des bons micro-organismes (à l'origine des textures, des goûts et des arômes recherchés) et des mauvais (responsables d'intoxication ou d'altération des produits) voit le jour.