
Cahiers Agricultures

Synthèse

Cahiers Agricultures, Volume 6, Numéro 6, pages 577 à 589, Novembre-Décembre 1997

**Pour un développement
agro-alimentaire maîtrisable
dans les zones tropicales**

Nicolas Bricas, Anne-Lucie Raoult-Wack

N. Bricas, A.-L. Raoult-Wack: CIRAD-SAR, 73, rue J.-F.-Breton, BP 5035, 34090 Montpellier cedex 01.

Tirés à part: N. Bricas

Sommaire :

- [L'agro-alimentaire face aux défis de l'avenir](#)
- [Acquis et limites de la recherche-développement agro-alimentaire tropicale](#)
 - [Des recherches ciblées sur la transformation des cultures d'exportation et l'industrialisation locale des produits importés](#)
 - [Des efforts récents de valorisation des produits locaux par la "tropicalisation" d'aliments importés ou l'industrialisation de produits traditionnels](#)
 - [Une insuffisante prise en compte des activités de transformation décentralisées](#)
 - [Une insuffisante prise en compte de la gestion sur le long terme du système agro-alimentaire et de sa maîtrise sociale](#)
- [Nouvelles inflexions pour la recherche agro-alimentaire tropicale](#)
 - [Favoriser le rôle d'entraînement de l'urbanisation sur le développement agricole](#)
 - [Améliorer l'accès à l'alimentation des plus démunis par la création d'emplois et la réduction des coûts](#)
 - [Professionnaliser le secteur agro-alimentaire](#)
 - [Valoriser les ressources locales pour un développement global](#)

- [Ouvrir de nouveaux champs de recherche en vue de maîtriser les effets à long terme du développement du système agro-alimentaire](#)
- [Vers une évolution des démarches de recherche-développement](#)
 - [La convergence vers une approche systémique, complexe et transdisciplinaire](#)
 - [Vers une démarche de recherche-action](#)
- [Conclusion](#)

[Références](#) | [Résumé](#) | [Summary](#)

La fin du siècle des progrès techniques coïncide avec le renouveau d'une des inquiétudes les plus anciennes de l'homme: y aura-t-il à manger pour tous demain? La question de la sécurité alimentaire oblitère l'avenir de la planète avec 1,7million de personnes supplémentaires à nourrir chaque semaine. Les craintes malthusiennes d'un décalage croissant entre les besoins et la production alimentaire reviennent sur le devant de la scène[1, 2] et militent pour une nouvelle mobilisation internationale visant à augmenter la production.

Mais après un demi-siècle d'efforts de recherche agricole et de progrès techniques, proposer des races et des variétés plus productives n'est plus suffisant. De nouvelles préoccupations (urbanisation, mondialisation, disparité et pauvreté, risques sanitaires, gestion sur le long terme, maîtrise sociale des techniques, identité, éthique) ne questionnent pas seulement les agriculteurs et les agronomes sommés de produire plus. L'une des questions cruciales pour l'avenir alimentaire de la planète est la mise en relation entre la production et la consommation, autrement dit ce que l'on appelle l'agro-alimentaire.

L'évolution du secteur agro-alimentaire paraît aujourd'hui remise en cause: ce secteur est parfois accusé d'être un instrument de domination économique et culturelle des pays riches qui imposeraient leurs produits et leur modèle de consommation, décourageant par là les productions locales[3, 4]. L'industrie agro-alimentaire ferait courir aux consommateurs des risques sanitaires majeurs[5]; son autonomisation et son industrialisation la rendraient opaque, incontrôlable, et contribueraient à accroître la suspicion des consommateurs à son égard. L'industrie alimentaire contribuerait à artificialiser les rapports de l'homme à la nature et à lui faire perdre ses repères identitaires: ne sachant plus ce qu'il mange, l'homme ne saurait plus qui il est[6].

Pourquoi tant d'inquiétudes? Sans doute parce que l'aliment transite par le corps et, de ce fait, influe directement, intimement sur le bien-être: il induit la croissance, la santé, mais aussi la maladie, voire la mort. Le plaisir, tant gustatif que social, contribue fortement à construire l'identité individuelle et collective. Dans ce qui touche à l'alimentation, l'enjeu n'est pas seulement économique et la question de la gestion sur le long terme ne se limite pas à la "durabilité" des systèmes de production[7], à la protection des ressources naturelles et à la maîtrise de la pollution et de l'énergie. Elle doit intégrer l'évolution des modèles de consommation, tant dans leurs dimensions économiques et sociales que culturelles.

Dans les pays tropicaux, l'agro-alimentaire est resté un domaine de recherche secondaire par rapport à l'agriculture: la vision productiviste a longtemps dominé. Aujourd'hui, nombre d'institutions de recherche et d'organismes de développement tirent les leçons des expériences menées dans ce domaine et réfléchissent aux champs de recherche à explorer pour un développement socialement maîtrisable de ce secteur.

Mais s'interroger sur les enjeux du développement du secteur agro-alimentaire ne suffit pas. Il faut prendre en compte sa spécificité et converger alors vers une analyse systémique et complexe de l'aliment, de sa production et de son usage. De plus, les démarches actuelles de recherche-développement (avec la segmentation disciplinaire des approches, la déconnexion entre chercheurs et utilisateurs, l'insuffisance des diagnostics réels et spécifiques à chaque situation pour l'établissement des stratégies de recherche) sont tenues pour responsables des échecs d'innovations techniques ou organisationnelles et de l'absence de maîtrise des conséquences de l'innovation. De nouvelles approches militent pour une profonde réforme des pratiques des chercheurs, développeurs, vulgarisateurs et politiques. Elles visent à replacer les utilisateurs au centre des processus de recherche, à décloisonner les disciplines et les approches, à adopter des méthodes de gestion plus souples et interactives. Comment ces évolutions scientifiques et ces acquis méthodologiques peuvent-ils se traduire dans la pratique des chercheurs et dans la programmation de leurs activités?

L'agro-alimentaire face aux défis de l'avenir

Le secteur agro-alimentaire se définit comme l'ensemble des activités techniques, commerciales et de service qui concourent à remplir un ensemble de fonctions ([figure 1](#)):

- rendre les produits comestibles, par exemple en éliminant les parties non digestibles (enveloppes des grains) ou toxiques (composés cyanogénétiques du manioc, facteurs antinutritionnels de certaines légumineuses comme les phytates gênant l'absorption du fer ou du calcium, ou les antitrypsiques qui gênent la digestion);
- valoriser leur partie utile (extraction des huiles, de l'amidon, des arômes);
- transférer les produits dans l'espace (conditionner et acheminer les produits des lieux de production aux lieux de consommation) et dans le temps en allongeant leur durée de conservation (par séchage, fermentation, traitement thermique);
- modifier les caractéristiques organoleptiques, gustatives ou nutritionnelles des produits pour spécifier leur qualité en leur faisant subir différentes combinaisons d'opérations (obtention de fromages à partir du lait, de farine, semoules, pain, pâtes, biscuits, couscous à partir du blé) ou en mélangeant les produits (préparations culinaires).

La transformation des produits alimentaires est l'une des activités les plus anciennes de l'homme, antérieure même à l'agriculture, si l'on pense à la cuisine. Avec le développement des échanges lointains et de l'urbanisation, ces activités se dissocient progressivement des activités culinaires domestiques, se spécialisent et s'autonomisent pour donner naissance à de nombreux métiers. Dans les pays qui tirent la majeure partie de leurs ressources de l'agriculture, ce qui est le cas du plus grand nombre des pays tropicaux, les activités

agro-alimentaires représentent aujourd'hui une source privilégiée d'emplois et donc de revenus, notamment pour les femmes. Les comparaisons internationales montrent que la part de la valeur ajoutée du secteur agro-alimentaire dans la valeur ajoutée du complexe agricole et agro-alimentaire est croissante en fonction du PIB/habitant. Elle est d'environ 10% dans les pays les plus pauvres et de 50% dans les pays les plus riches[8]. Dans les pays tropicaux, l'enjeu de ce secteur est donc véritablement stratégique, et ce d'autant plus que ces pays sont confrontés à plusieurs défis ([figure 2](#)): l'accroissement démographique ([encadré 1](#)), l'urbanisation ([encadré 2](#)), la mondialisation des échanges ([encadré 3](#)), l'accroissement des disparités ([encadré 4](#)) et la maîtrise sociale de l'évolution de l'alimentation ([encadré 5](#)).

Acquis et limites de la recherche-développement agro-alimentaire tropicale

Produire plus ! Telle a été longtemps la principale préoccupation de la recherche et des opérations de développement rural en zone tropicale. Vulgariser les variétés et les races améliorées, promouvoir des systèmes de culture et d'élevage plus intensifs, lutter contre les maladies des plantes et des animaux, prévenir les attaques des récoltes, comprendre le fonctionnement des systèmes agraires et des stratégies paysannes, encourager l'organisation des agriculteurs, autant d'efforts qui ont porté leurs fruits et doivent être soutenus face à une démographie galopante.

Jusqu'à présent, seule une faible partie du potentiel de recherche a été consacrée, dans le Sud, au secteur d'activités économiques lié à la transformation de matières premières agricoles. Que ce soit dans les disciplines techniques, ou économiques et sociales, l'agro-alimentaire reste le parent pauvre de la recherche agricole tropicale tant dans les institutions nationales des pays tropicaux que dans les instituts internationaux de recherche et les centrales de coopération, même si certaines disciplines comme les sciences des aliments sont relativement plus développées en Amérique latine et en Asie. Quinze chercheurs travaillent au Sénégal sur la technologie alimentaire et moins de cinq sur la socio-économie des filières ou de l'alimentation, sur un total de cent trente œuvrant dans le domaine agricole. Ce ratio est similaire au Ghana (15/152), et même au CIRAD (40/900) qui constitue le premier dispositif mondial de recherche agricole tropicale. Cette situation ne permet pas aujourd'hui de répondre aux défis de ce secteur d'activité. C'est à une véritable réorientation de la recherche agricole qu'il faut procéder pour rééquilibrer les capacités entre le domaine de la production et celui de l'utilisation des matières premières agricoles.

Des recherches ciblées sur la transformation des cultures d'exportation et l'industrialisation locale des produits importés

La recherche agro-alimentaire tropicale s'est d'abord focalisée sur les filières de produits d'exportation sur le marché international (café, cacao, palmier à huile, coco, arachide, canne à sucre, conserves de poissons, etc.). Le développement agricole tropical était essentiellement fondé sur les produits de rente, dans un contexte d'internationalisation des échanges.

Les premiers efforts de développement du secteur agro-alimentaire pour l'alimentation de la population locale ont porté sur la transformation de produits importés (minoteries de blé, brasseries et industries des boissons, usines de reconstitution de lait en

poudre). Les efforts de recherche consentis dans ce domaine ont négligé la valorisation d'un grand nombre de produits vivriers locaux: céréales (mil, sorgho, maïs, fonio, quinoa, tef, amarante), racines et tubercules tropicaux (manioc, igname, taro, patate douce, cana, aracacha), légumineuses (niébé, pois d'angole, néré), oléagineux (karité, balanites), fruits (cupuacu, acerole, mangoustan, safou), et ce d'autant plus que leur importance, dans l'économie agricole ou dans l'alimentation, était limitée géographiquement. Avec l'ouverture des marchés urbains, la transformation marchande de ces produits se développe, mais la recherche se trouve démunie pour répondre aux demandes de nouvelles entreprises pour mieux maîtriser les procédés de transformation, améliorer la qualité des produits ou diversifier leurs utilisations. La capitalisation et la diffusion de ces connaissances restent limitées en dehors de quelques produits majeurs[19], même s'il faut saluer les efforts récents dans ce domaine de réseaux du Sud ou du Nord: réseau Technologie et partenariat agro-alimentaire (TPA), Programme régional de promotion des céréales locales au Sahel (Procelos), Réseau latino-américain et caraibéen pour le développement des agro-industries rurales (Redar). De plus, l'Afrique, l'Amérique latine et l'Asie pratiquent très peu l'échange d'expériences et de résultats, même lorsqu'ils portent sur des sujets d'intérêt commun.

Des efforts récents de valorisation des produits locaux par la "tropicalisation" d'aliments importés ou l'industrialisation de produits traditionnels

Récemment, la recherche agro-alimentaire s'est intéressée à la valorisation des produits vivriers pour les marchés locaux. Dans la perspective de nourrir les villes, les travaux de recherche se sont orientés selon deux principales directions.

La première a consisté à "tropicaliser" des produits importés. Il s'agissait par exemple d'incorporer du mil, du sorgho ou du maïs dans des aliments habituellement à base de blé (pain, pâtes alimentaires). Plus des trois quarts des recherches agro-alimentaires sur la transformation du mil et du sorgho ont été consacrés à ces programmes de "farines composées"[20]. Dans le même esprit, la recherche s'est orientée vers la transformation de maïs ou sorgho pour l'obtention de produits de forme similaire à celle du riz ("riz de maïs", ou "riz de sorgho") avec des résultats décevants. En Afrique notamment, mais aussi en Amérique latine, ces produits ont connu un relatif échec commercial tenant en particulier à leur mauvais positionnement commercial sur le marché[21]. Les consommateurs ont généralement boudé des produits qu'ils considéraient comme de qualité inférieure aux standards de référence, surtout lorsqu'ils étaient présentés en substitution directe. Divers observateurs dénoncent le caractère ethnocentrique de telles recherches[22] soulignant, par exemple, que "l'accent mis sur les farines composées a incontestablement marginalisé les recherches sur l'amélioration des procédés autochtones et la mise au point de produits originaux".

La seconde approche, nettement plus récente, a consisté à industrialiser la fabrication de produits traditionnels. Il s'agissait de mécaniser les procédés de transformation et de mettre sur le marché des aliments souvent prêts à cuisiner, de présentation hygiénique similaire à celle des produits industriels, de qualité plus standardisée: autant d'avantages supposés recherchés par les consommateurs urbains. Les résultats de ces travaux sont variables. En Amérique latine et en Asie, cette stratégie, menée en particulier par des groupes agro-alimentaires privés, a débouché sur de nombreux succès: *farinha* et amidon aigre panifiable de manioc au Brésil, *panela* (sucre roux de canne) ou *patacones* (chips de banane plantain) en Colombie, farine nixtamalisée de maïs (obtenue après traitement alcalin du grain) au Mexique, *charqui* (viande séchée) au Brésil, *tahu* et *tempeh* de soja (pâtes fermentées) en Indonésie, *nuoc mam* (sauce de poisson) ou nouilles de cana au Vietnam, etc. En Afrique, des expériences similaires ont été tentées: produits à base de

manioc tels le *gari* (semoule grillée) au Togo, l'*attiéké* (produit roulé) en Côte d'Ivoire, la *chikwangue* (pâte fermentée) au Congo; flocons d'igname en Côte d'Ivoire et au Nigeria; farines, semoules et produits roulés à base de mil, sorgho ou maïs au Sénégal ou au Bénin; aliments pour enfants au Bénin, Rwanda, République du Congo, Burkina; jus et nectars de fruits ou produits de cueillette locaux tels la mangue, le tamarin, la goyave, le bissap au Sénégal, au Burkina, au Togo, au Burundi, etc. Dans la plupart des cas, ces produits ont trouvé un marché, mais celui-ci s'est avéré plus limité qu'espéré. Seule une fraction de la population, généralement à fort pouvoir d'achat, a payé le surcoût des avantages de qualité offerts en comparaison avec les produits domestiques ou artisanaux. Ces tentatives d'industrialisation n'ont finalement que peu concerné l'alimentation des plus pauvres qui constituent, en Afrique, la majeure partie de la population urbaine et rurale et en Amérique latine ou en Asie, une part encore très importante de celle-ci. Elles ne permettent de valoriser finalement qu'une très faible part de la production.

Une insuffisante prise en compte des activités de transformation décentralisées

Que ce soit pour la transformation des produits de rente destinés au marché international ou pour les produits vivriers pour les marchés locaux, les recherches technologiques se sont d'abord orientées vers l'échelle industrielle. Pour répondre aux exigences des marchés à l'exportation ou à la demande urbaine, les entreprises concernées apparaissaient plus à même d'offrir rapidement des produits adaptés en quantité et qualité. Les techniques et procédés industriels pouvaient, dans certains cas, tirer parti des acquis d'autres filières où s'était développée une industrie de transformation (transfert ou adaptation des procédés industriels de meunerie de blé aux minoteries de mil, de maïs ou de sorgho, par exemple). Limité à une ou deux entreprises par pays, le nombre restreint d'interlocuteurs simplifiait les relations avec la recherche et les pouvoirs publics. Ce type d'entreprises n'a cependant pu fonctionner durablement et assurer sa rentabilité qu'à des conditions bien particulières: bonne maîtrise des circuits d'approvisionnement rendue souvent bien difficile du fait de la faible régulation de la production et de la commercialisation, en particulier pour les produits vivriers; assistance technique extérieure indispensable compte tenu du décalage entre les systèmes techniques utilisés et les ressources techniques locales.

Récemment a été reconnue l'importance stratégique d'entreprises plus décentralisées, agro-industries rurales ou ateliers artisanaux urbains dans le secteur agro-alimentaire[17, 27-30]. Souvent non déclarées aux pouvoirs publics, ces activités n'étaient généralement pas prises en compte dans l'offre en produits transformés, alors qu'elles s'avèrent aujourd'hui fondamentales dans les filières de produits vivriers. La perception de nombreux décideurs et chercheurs, qui considéraient ce secteur comme archaïque, n'a pas non plus contribué à sa reconnaissance. À côté de sa contribution majeure à l'alimentation des villes, ce secteur est créateur d'emplois et de revenus, et s'avère très innovant[31, 32]. Le peu d'intérêt de la recherche pour ce type d'activités a conduit à négliger la connaissance des procédés traditionnels mis en œuvre, des savoirs et savoir-faire qu'ils supposent, des modes de fonctionnement spécifiques de ce type d'entreprises. Alors qu'il est dominant en zone tropicale, c'est aujourd'hui en Europe ou dans les pays industrialisés que la recherche (re)découvre l'intérêt de ce secteur.

Une insuffisante prise en compte de la gestion sur le long terme du système agro-alimentaire et de sa maîtrise sociale

D'une façon plus générale, les croyances dans le progrès technique et l'industrialisation qui ont marqué les décennies 1960 à 1980 ont masqué à la recherche les questions de maîtrise sociale et de gestion sur le long terme des systèmes agro-alimentaires. Les effets de l'industrialisation sur les relations entre populations humaines et alimentation, sur la consommation énergétique, sur l'environnement et sur les risques sanitaires ont été négligés car trop éloignés des demandes à court terme des entreprises ou des décideurs.

Nouvelles inflexions pour la recherche agro-alimentaire tropicale

Les orientations prises par le passé semblent, au regard de ce qui précède, avoir trouvé leurs limites. Les anciennes priorités de la recherche ont cependant été cohérentes avec les stratégies de développement appliquées dans les pays tropicaux et les résultats obtenus ont souvent permis de répondre aux objectifs visés. Les filières café, cacao, huile de palme, coco n'auraient pu se développer sans la mise au point de procédés pour valoriser ces produits; l'importance des filières vivrières, du secteur des agro-industries rurales ou de l'artisanat alimentaire n'aurait pas été reconnue sans les résultats de la recherche. Mais les enjeux actuels du développement du système agro-alimentaire rendent nécessaire un rééquilibrage des champs de recherche et la mise en œuvre de nouveaux chantiers ([figure 3](#)).

Favoriser le rôle d'entraînement de l'urbanisation sur le développement agricole

Un premier rééquilibrage, déjà amorcé, concerne la meilleure prise en compte des filières vivrières concourant à l'alimentation des villes. Il s'agit de favoriser le rôle d'entraînement de l'urbanisation sur le développement agricole, au même titre que les marchés internationaux et les filières d'exportation ont pu constituer, dans le passé, un moteur de ce développement ([figure 4](#)). Cela suppose, en premier lieu, de mieux connaître la demande alimentaire urbaine: évolution des comportements et des attentes des consommateurs, notamment vis-à-vis des produits stabilisés, frais, réfrigérés ou congelés; critères de qualité; modes de segmentation économiques, sociaux et culturels des marchés. Cela suppose, en second lieu, de mieux connaître les conditions d'approvisionnement de ces marchés: mécanismes de fonctionnement des systèmes d'intermédiation (organisation, structuration, contraintes, risques, incertitudes); conditions de leur développement, de leur compétitivité et de leur amélioration. Ceci suppose, enfin, d'adapter la qualité des matières premières agricoles locales à la demande du marché, de réduire les coûts des aliments, de tirer parti de la diversité et de la richesse des savoir-faire existants, de les améliorer et de les diffuser à grande échelle pour contribuer à diversifier l'alimentation.

Améliorer l'accès à l'alimentation des plus démunis par la création d'emplois et la réduction des coûts

Pour faire face au défi de l'accroissement des disparités économiques, la recherche doit s'inscrire dans une stratégie de création d'emplois, tant en milieu rural qu'en milieu urbain, avec une diminution significative du coût des aliments transformés. Le développement d'activités de transformation agro-alimentaire et la production d'aliments à bas coût pour les populations défavorisées peuvent notablement contribuer à accroître les revenus, notamment des femmes, et à améliorer l'accès à l'alimentation des plus pauvres. Les travaux de recherche-développement sur les agro-industries rurales en Amérique latine[[27](#)], sur l'alimentation de rue en Asie[[30](#)], sur l'agriculture urbaine[[23](#), [24](#), [33](#)] et l'artisanat alimentaire en Afrique[[17](#), [29](#), [34](#)] ouvrent la voie à ce type d'investigations.

Professionnaliser le secteur agro-alimentaire

Par comparaison avec ce qui a été fait jusqu'à présent dans le domaine agricole (organisations paysannes, formation et conseils aux producteurs agricoles, crédit décentralisé), la question de la professionnalisation du secteur agro-alimentaire semble avoir été négligée. Il y a là un champ nouveau de recherche pour les sciences économiques, sociales et de gestion, centrées jusqu'à présent, pour ce secteur, sur le fonctionnement et les stratégies des grosses entreprises. La diversité et la complémentarité des différents types d'entreprise, leurs conditions d'émergence, de fonctionnement, d'organisation professionnelle, leurs besoins de formation technique, économique et en gestion, doivent devenir de véritables thèmes de recherche accompagnant leur développement.

Valoriser les ressources locales pour un développement global

L'identification et la caractérisation de la multitude des savoir-faire agro-alimentaires du monde constituent un champ considérable de recherche à développer. Bien exploitée dans les pays du Nord, cette richesse est encore relativement négligée au Sud. Au-delà du problème économique d'assurer des débouchés aux productions locales, l'enjeu est aussi de valoriser la diversité du patrimoine de l'humanité que constituent ces ressources. À quelques exceptions près[35-37], peu de pays du Sud connaissent leurs ressources techniques, leurs savoir-faire et leurs produits spécifiques, alors que se développent des initiatives d'opérateurs économiques pour les valoriser. Ces initiatives concernent autant les filières locales qu'internationales. Ainsi les Colombiens et les Brésiliens savent-ils produire, par fermentation et séchage solaire combinés, un amidon dit "aigre", qui a la remarquable propriété d'être panifiable, c'est-à-dire de pouvoir donner des pains levés (structure alvéolaire) comme l'est la farine de blé grâce au gluten[38, 39]. Les autres amidons de céréales, racines ou tubercules ne permettent d'obtenir, avec les technologies actuelles, que des pains plats. Dans ces pays, la valorisation de ce savoir-faire traditionnel a conduit à renforcer la compétitivité du manioc sur les marchés locaux des amylicés. Les petits pains fabriqués à partir d'amidon aigre sont vendus dans des *fast food* spécialisés des grandes villes du Brésil, alors que le manioc avait, jusqu'à récemment encore, une image de produit de pauvre. On ne comprend pas pourquoi ce procédé permet de rendre l'amidon de manioc panifiable. L'enjeu des recherches en cours est de pouvoir adapter ce procédé à d'autres amylicés et dans d'autres pays, tant pour valoriser des céréales, racines et tubercules dans les pays du Sud, que pour fabriquer des aliments sans gluten indispensables à certains régimes (alimentation des enfants et des personnes allergiques au gluten).

Ouvrir de nouveaux champs de recherche en vue de maîtriser les effets à long terme du développement du système agro-alimentaire

L'évaluation du rendement énergétique du système agro-alimentaire et des effets de son développement (figure 5) sur l'environnement représente une dimension peu prise en compte dans les choix technologiques. Il manque non seulement des données mais aussi des méthodes pour réaliser cette évaluation et répondre aux différentes questions qui se posent: quelle est la part de l'énergie consommée par les activités de transformation, de distribution et de commercialisation des matières premières agricoles par rapport à l'énergie totale injectée dans le secteur agricole ou les autres secteurs? Quels sont les besoins en énergie des différentes filières, selon le degré de stabilité des produits (produits frais, réfrigérés, congelés, séchés, stérilisés)? Quelle est l'influence sur l'environnement des activités de

transformation (besoins en eau, en bois, effluents polluants, sous-produits) selon les différents procédés mis en œuvre? Les efforts récents pour développer des méthodes d'"écobilans" (bilans économiques, écologiques et énergétiques) dans les pays industrialisés, même si celles-ci restent imparfaites, peuvent constituer une piste à explorer.

Un autre champ de recherche concerne les conditions d'une meilleure maîtrise sociale de l'évolution des techniques agro-alimentaires: conditions d'une participation des utilisateurs, des citoyens, aux processus de recherche et de développement? Les travaux de recherche ouverts sur la maîtrise sociale des techniques[40] conduisent à s'interroger non seulement sur l'évolution à long terme des systèmes techniques mais aussi sur le rôle de la recherche en tant qu'acteur de ce processus. La question des orientations de la recherche, des objectifs qu'elle s'assigne, devient alors indissociable de la façon dont s'effectue cette recherche.

Vers une évolution des démarches de recherche-développement

Quels sont les critères ([figure 6](#)) permettant de définir la qualité d'un aliment? Comment spécifier et maîtriser cette qualité, à moindre coût, pour satisfaire la demande ? Comment connaître et anticiper l'évolution de cette demande alimentaire et conquérir de nouveaux marchés? Telles sont les questions auxquelles doit s'efforcer de répondre la recherche, en prenant en compte les dimensions techniques et socio-économiques de la transformation et de l'usage des produits alimentaires. Jusqu'à une époque très récente, la formation et la recherche-développement dans le secteur agro-alimentaire sont restées fortement cloisonnées par grandes filières de produits: industrie et technologie des céréales, des fruits et légumes, de la viande, des corps gras, etc. Récemment, et notamment sous l'impulsion du développement de grands secteurs industriels comme la chimie, est apparu clairement l'intérêt d'études transversales aux filières et aux branches d'activités (opérations de transformation comme le séchage ou les traitements thermiques, commercialisation, conditionnement, consommation, etc.)[41]. C'est, sans doute, ce décroisement qui a permis l'évolution et le renouvellement très récent des approches scientifiques dans le domaine de la valorisation des produits qui convergent vers la mise en œuvre d'une approche systémique, complexe et transdisciplinaire[42, 43]. Cette convergence n'est pas fortuite: elle découle de l'analyse des limites des approches passées et s'inscrit dans une profonde remise en cause des pratiques de recherche pour l'action. Ces évolutions ne sont pas sans conséquences pour le devenir du dispositif global (institutions nationales du Nord et du Sud et institutions internationales) de recherche-développement agro-alimentaire, devenir qu'il convient de préparer dès maintenant.

La convergence vers une approche systémique, complexe et transdisciplinaire

Considéré sous l'angle strictement technique, un aliment ne peut être réduit à un assemblage inerte de composants biochimiques (glucides, lipides, protéines, acides, cellulose et pectine, arômes ou minéraux). Il est aussi et surtout un système vivant, donc instable, caractérisé par des interactions dynamiques entre ces différents constituants et une multitude de réactions qui se développent de façon spontanée et désordonnée, dès la récolte pour les produits végétaux, ou la mort pour les produits animaux: réactions enzymatiques (action des phénol oxydases des végétaux, des protéases et des lipases des produits animaux), microbiologiques (bactéries, levures, moisissures), biochimiques (oxydation). Ce sont ces interactions qui ont conduit au développement de nouvelles techniques d'analyse sensorielle pour compléter les informations issues des techniques instrumentales de l'évaluation de la qualité d'un aliment

(composition, texture). Ce sont encore ces interactions qui rendent nécessaire l'élaboration d'indicateurs plus globaux que les critères analytiques classiques. Par exemple, pour caractériser l'aptitude à la conservation de denrées alimentaires, la teneur en eau n'est pas un indicateur suffisant et on tend désormais à utiliser des indicateurs de stabilité physique (température de "transition vitreuse") ou physicochimique ("l'activité de l'eau").

Cette évolution est plus explicite encore en ce qui concerne les procédés de transformation. À côté des approches académiques classiques (mathématique, physique, chimie, etc.), se développe une nouvelle discipline dont les paradigmes privilégient une approche transversale: le "génie des procédés"[42, 44]. Qu'on s'intéresse au séchage, à la congélation, à la pasteurisation, au broyage ou à la formulation de n'importe quel produit, toutes ces opérations mettent en œuvre des transferts de matière (évaporation de l'eau, diffusion de solutés), de chaleur, de quantité de mouvement (liée par exemple à l'écoulement d'un fluide autour d'un solide) et des réactions (biochimiques, physicochimiques). On voit là l'intérêt d'étudier ces opérations en elles-mêmes, indépendamment des substances mises en œuvre (figure 7). Ainsi une connaissance approfondie des mécanismes régissant les transferts de matière et de chaleur au cours d'une opération de séchage convectif bénéficiera-t-elle aussi bien à des applications sur le bois ou le caoutchouc que sur les fruits, la viande, ou le poisson, tant pour des mises en œuvre à l'échelle artisanale qu'à l'échelle industrielle. C'est ainsi qu'a été défini le concept d'"opération unitaire" désignant une opération commune à un grand nombre de filières[41]. Par ailleurs, les transferts et réactions caractérisant les différentes opérations unitaires sont généralement couplés et se produisent dans des structures complexes (tissus végétaux ou animaux). Négliger les interactions et couplages "irréductibles" (non décomposables en parties simples) ne permet pas de rendre compte de façon satisfaisante du procédé dans sa globalité[42, 45-48]. Ainsi, confronté à des systèmes trop complexes pour être décrits par la seule approche analytique classique, le génie des procédés a dû définir des méthodes d'approche quantitative plus globales, de type systémique, privilégiant les comportements plutôt que les structures[42, 44, 48].

Cependant, lorsque l'on veut agir sur un procédé, on doit tenir compte de toutes les contraintes liées aux caractéristiques spécifiques de la matière première du produit (les sciences des aliments prennent ici toute leur importance) et à l'environnement socio-économique dans lequel va s'insérer la technique[49]. C'est là tout l'apport des approches en termes de systèmes techniques[50-52] qui mettent en relation l'outil (équipement, procédé), la matière et l'homme. C'est là que se marque la différence entre ce que Le Goff[53, 54] a identifié comme le "génie des procédés rustiques", par opposition à un "génie des procédés informatisés", apanage des pays les plus industrialisés.

Enfin, l'appréciation d'un aliment n'acquiert tout son sens que lorsque l'on considère la façon dont il est utilisé: combinaison avec d'autres aliments dans des préparations culinaires, elles-mêmes agencées en repas aux fonctions différentes selon les moments de la journée. La perception de l'aliment dépend également du contexte dans lequel se déroule l'acte alimentaire, de l'environnement, de l'histoire et de l'identité de l'individu. C'est donc un processus socialement et historiquement construit. Le développement de modèles de représentation, là encore systémiques et complexes, conduit à prendre en compte les différents facteurs déterminant la perception et les phénomènes d'apprentissage. Ce type d'approche s'avère finalement bien plus opérationnel que les seules approches analytiques classiques. Elles rendent mieux compte de la réalité, notamment en prenant en compte les interactions, et fournissent ainsi des critères scientifiques plus utiles pour l'action.

Quand les sciences des aliments ou de la consommation cherchent à comprendre et maîtriser des déterminants techniques, sociaux ou économiques de la qualité des aliments, le génie des procédés quant à lui va chercher à répondre notamment aux questions suivantes: comment conférer à un matériau donné les propriétés recherchées? Comment le faire à moindre coût d'investissement ou de fonctionnement? Quelles propriétés devons nous mesurer et maîtriser (par exemple par la sélection variétale, les itinéraires techniques de production, les méthodes de récolte) dans le matériau pour être capable de prédire son comportement au cours des opérations nécessaires de transformation? Cela montre, à l'évidence, à quel point ces approches sont liées, et explique les difficultés ressenties dans les dispositifs de recherche-développement et de formation dans le domaine agro-alimentaire, tant au Nord (où ces approches sont menées de façon trop indépendante les unes des autres) qu'au Sud (où le potentiel existant est le plus souvent concentré sur l'approche "sciences des aliments", au détriment des deux autres). Ceci est en outre aggravé par l'insuffisante connexion à l'amont agricole et aux sciences qui s'y rattachent (agronomie, sélection variétale).

Vers une démarche de recherche-action

Autrefois, la programmation des recherches agro-alimentaires se faisait surtout "par l'amont" (d'abord produire), la transformation des produits n'apparaissant que comme une étape ultérieure permettant de valoriser la matière première obtenue. Depuis, l'approche inverse, privilégiant une programmation de la recherche "par l'aval" (autrement dit, en fonction des utilisations), a identifié d'abord les besoins et la demande des utilisateurs finals pour orienter alors les voies de valorisation des produits[55]. Par une sécurisation des débouchés pour les agriculteurs, les partisans de ce "pilotage par l'aval" espéraient encourager la production. Cette nouvelle démarche, qui tend aujourd'hui à s'imposer, rééquilibre les approches. Mais en s'opposant au pilotage par l'amont, elle souffre du même défaut de vision linéaire et à sens unique de la filière. Une prise en compte simultanée des contraintes et leviers en amont et en aval apparaît aujourd'hui nécessaire pour déterminer et hiérarchiser les "points de blocage" dans les filières. Celles-ci sont alors représentées comme des systèmes d'intermédiation où sont reconnus les interactions entre les opérations (production, stockage, transport, commercialisation, transformation, utilisation) mais aussi les agencements entre ces interactions. Ainsi, la sélection variétale des espèces tropicales devrait-elle prendre en compte de façon plus systématique les critères d'aptitude à la transformation, en plus des critères de rendement et de résistance aux maladies[56]. De la même façon, dans une région agricole donnée, le mode de commercialisation d'un produit n'est pas indépendant de celui d'un autre produit et l'évolution du savoir-faire pour la transformation d'un produit donné interagit avec l'évolution d'un autre savoir-faire mobilisé pour un autre produit; d'où le nécessaire croisement des points de vue de plusieurs disciplines (agronomie, technologie, économie, sociologie). La convergence des approches scientifiques dans le domaine alimentaire, qui concerne autant les sciences de l'ingénieur que les sciences socio-économiques, pourrait faciliter aujourd'hui le dialogue entre disciplines et conduire, au-delà de la simple pluridisciplinarité, à des approches réellement transdisciplinaires[57] dès les phases de diagnostic préalable à la conception de projets de recherche.

Cela dit, les travaux de recherche en gestion de l'innovation ont montré également la nécessité de dépasser l'opposition pilotage par l'amont/pilotage par l'aval[58, 59]. L'innovation ne doit plus être vue seulement comme un objet mais aussi comme un processus. Il faut réviser le modèle traditionnel séquentiel (exploration, faisabilité, industrialisation, lancement, production, évaluation) et tendre vers une "ingénierie simultanée" qui associe d'emblée, autour d'un projet, tous les acteurs (recherche, marketing, développement, financiers) avec leurs objectifs, leurs outils et leurs méthodes[55]. La négociation devient alors le moteur du processus d'innovation[58], le

chercheur s'engage dans l'action.

Mais cette recherche-action est sans doute plus facile à proposer qu'à réaliser! En effet, si la communication entre les disciplines scientifiques n'est pas très facile, celle entre chercheurs et opérateurs économiques l'est sans doute encore moins. Pour dépasser ces difficultés, les secteurs de la recherche et des entreprises ont développé divers concepts et méthodes visant à gérer la pluridisciplinarité et l'interactivité, tant pour la programmation que pour la conduite de projets de recherche-développement. Ainsi, les méthodes d'analyse fonctionnelle et d'analyse de la valeur ont renouvelé les pratiques de conception de nouveaux produits ou d'équipements ou celles de la gestion de projets. Ces outils permettent d'ouvrir des espaces de négociation entre les acteurs et impliquent de reconnaître le sens qu'ils donnent à leurs actes.

Conclusion

Avec le retour des préoccupations liées aux problèmes de sécurité alimentaire, dans un contexte de mondialisation des échanges, de croissance démographique et d'urbanisation sans précédent, le développement du secteur agro-alimentaire des pays du Sud apparaît plus que jamais comme un élément clé des grands équilibres mondiaux. Toutefois, la montée en puissance de ce secteur reste difficile en raison notamment d'une trop faible compétitivité des entreprises et des produits tropicaux sur les marchés locaux et à l'exportation.

Le renforcement des capacités de recherche et d'appui (technique, gestion, économique) à ce secteur constitue une des conditions essentielles de son développement. Cela plaide clairement en faveur d'une mobilisation générale des Systèmes nationaux de recherche agronomique (SNRA), des Centres internationaux ou des Centrales de coopération, qui ne lui consacrent encore qu'une très faible part de leur potentiel de recherche. À l'heure où s'amorce cette mobilisation, il apparaît crucial que se mette en place, au niveau international, une réflexion concertée qui tire parti des acquis et limites des expériences passées et des évolutions récentes des approches scientifiques dans le domaine agro-alimentaire, pour concevoir un dispositif global cohérent.

Mais mettre en œuvre des méthodes complexes, gérer la transdisciplinarité et l'interactivité ne sont pas qu'une affaire de méthode. Il faut également des personnes formées pour le faire, et l'on ressent actuellement, au Nord comme au Sud, une carence certaine de ce point de vue. Les approches systémiques, complexes et transdisciplinaires supposent une connaissance approfondie des ressources locales (humaines, techniques, agricoles, etc.), des contraintes (mode d'organisation, de fonctionnement des sociétés et des filières, etc.) ainsi qu'une proximité entre les acteurs concernés. Cela montre les limites d'un développement agro-alimentaire au Sud par le simple transfert de technologies et plaide nettement en faveur d'un dispositif ancré au Sud.

Remerciements

Les auteurs remercient Jean-Leu Marchand, André Rouzière, Marc Le Moigne, Jean Pichot et José Muchnik, chercheurs au CIRAD, pour leurs commentaires critiques d'une version provisoire de ce document.

Cahiers Agricultures 1997; 6: 577-89.
