

Agroalimentaire

Les défis à relever par l'innovation face à la transition alimentaire

Par Didier MAJOU
ACTIA

Les attentes des consom'acteurs évoluent fortement du fait des modifications des modes de vie, de consommation et de distribution, ainsi que des médias et des outils de notation. Les entreprises doivent anticiper ces nouvelles demandes qui sont rapidement introduites sur les marchés. Ainsi, les industries alimentaires, dans les différentes étapes de formulation, transformation et conservation, y compris l'emballage, de leurs produits sont confrontées à des défis d'innovation complexes. Pour des raisons de santé, des produits sont reformulés ou créés sur mesure pour répondre aux besoins de populations spécifiques. Les fonctions des emballages doivent s'enrichir, tout en étant toujours plus sûrs. Entre innovation et tradition, les industries alimentaires doivent s'approprier les bénéfices de la transformation digitale, tant en termes d'utilisation de capteurs *in situ* pour de nouveaux paramètres que de traitement et d'interopérabilité des données acquises pour parfaire la maîtrise des procédés. Avec ces équipements « intelligents », les cobots et les exosquelettes auront un rôle essentiel à jouer afin d'atténuer la pénibilité des tâches. Ces processus créatifs doivent intégrer, dès l'origine, une démarche d'écoconception qui soit source d'innovation et de différenciation au travers d'une approche positive de l'environnement.

Les consommateurs, des acteurs de la transition alimentaire⁽¹⁾

L'alimentation en France repose toujours sur des valeurs bâties sur un mode de vie et une culture culinaire, entretenues par les consommateurs et utilisées par les entreprises. Elles sont basées sur des produits sûrs et sains, agréables, pratiques, aux compositions nutritionnelles intéressantes, accessibles à tous, tout en préservant l'environnement et l'image de l'aliment, ainsi que sur le plaisir et la convivialité des repas. Cependant, les attentes des consommateurs ont fortement évolué en moins d'une décennie du fait des modifications des modes de vie (individualisation, vieillissement...), des manières de consommer, des pratiques culinaires, des formes de distribution, des modes de communication (réseaux sociaux) et du développement d'instruments de

notation (Nutri-Score, applications d'aide au choix). Ils veulent désormais manger des aliments plus naturels, frais et peu transformés, avec moins d'additifs artificiels et autres ajouts futiles, y compris les conservateurs. De nouveaux comportements apparaissent : locavores, véganes, flexitariens (végétariens partiellement omnivores)..., avec de plus en plus d'adeptes des régimes « sans » ou bio.

Les consommateurs-citoyens n'ont plus confiance dans la science, ni dans les industries alimentaires, surtout dans un domaine où les avancées technologiques ne créent pas un marché. Ils attendent de la transparence et de la traçabilité dans des procédés et des processus qui demeurent opaques. La méfiance s'est installée, qu'illustrent, par exemple, les oppositions virulentes aux aliments ultra-transformés. Ces consom'acteurs sont de plus en plus avertis et attentifs à leur alimentation, à sa composition, aux itinéraires culturels, aux opérations technologiques, aux emballages, aux incidences environnementales...

Entre innovation et amélioration

Les entreprises doivent s'adapter et anticiper les nouvelles demandes sous la pression des consom'acteurs, car ces tendances évolutives sont actuellement rapidement introduites sur les marchés (en l'espace de 3 à 5 ans). Ainsi, les industries

⁽¹⁾ L'évolution des différents modes de consommation alimentaire a engendré différents circuits de distribution (hypermarchés, supérettes de centre-ville, marchés, magasins de producteurs, AMAP, circuits courts, circuits de proximité, e-commerce...) et de restauration, ainsi que différents systèmes de production et de transformation. Si le système agro-industriel est largement dominant, des systèmes alternatifs d'initiative privée se développent avec leurs spécificités (SIQO, Bio, transformation artisanale...). L'ensemble de ces évolutions constitue la transition alimentaire.

alimentaires à toutes les étapes du processus productif – la formulation, la transformation et la conservation, y compris l'emballage –, sont confrontées à des défis importants. L'innovation est essentielle et représente un constant et important défi pour le futur des économies occidentales. Toutes les démarches ne font pas appel à l'innovation, bien qu'elle soit un levier essentiel de compétitivité ; elles peuvent en effet privilégier l'amélioration, souvent dans un processus d'ingénierie inverse.

Des produits revisités ou élaborés sur mesure

Au niveau des produits, les évolutions s'opéreront dans la continuité des enjeux, sans rupture notable avec les fondamentaux (plaisir, bien-être, praticité, authenticité, origine des produits, prix) et en cohérence avec les valeurs du modèle alimentaire français... ou latin. Les techniques de reformulation réduisent et continueront de réduire les composants potentiellement délétères (sucre, acides gras saturés, sel) ou allergènes (gluten, lactose), ainsi que certains additifs (conservateurs : nitrite, sulfite, colorants...). De nouvelles sources de protéines élaborées à partir de végétaux (céréales, légumineuses) apparaissent et pourront être notamment assemblées en mélanges avec des protéines animales dans une logique de « flexitarisme ».

Outre l'amélioration de la composition nutritionnelle des aliments en diminuant l'incidence délétère de certains procédés, des aliments élaborés sur mesure (mélanges de protéines, gels de protéines, émulsions de lipides...), à vocation nutritionnelle préventive, vont se développer pour répondre aux nécessités spécifiques de populations ciblées (nouveau-nés, femmes enceintes, seniors, convalescents...), sous la forme d'une nutrition prête à l'emploi ; ce sera également le cas de compléments alimentaires qui répondront à des besoins de nutriginomique dans le but de pallier des carences génétiques en nutriments (oméga-3...), ou de remédier à des déséquilibres du microbiote intestinal (flores probiotiques) qui peuvent engendrer des pathologies métaboliques.

De par leur relation avec la flore intestinale et compte tenu de leur importance dans l'alimentation française, les produits fermentés feront l'objet de développements particuliers au niveau des souches microbiennes (bactéries, levures, moisissures), afin d'accroître et valoriser leurs fonctionnalités technologiques (acidification, texture, arôme, couleur, préservation) et nutritionnelles. Ces innovations permettront d'améliorer les produits existants et de concevoir de nouveaux produits fermentés ; cela s'appliquera à la fermentation des végétaux, au-delà des produits traditionnels (choucroute, olives, malasol, thé noir...). Ces procédés s'inscrivent dans une perspective de développement durable, puisque la fermentation est un moyen ancestral de conservation par biopréservation en recourant à des flores protectrices capables de maîtriser l'écosystème des aliments et d'éliminer ainsi des espèces indésirables, pathogènes et altérantes.

Des emballages fonctionnels et écoconçus

En tant qu'éléments du procédé et du produit, les emballages doivent évoluer, tant les unités de vente consommateur que les conditionnements industriels. Différents angles d'amélioration seront abordés dans une approche interactive au sein du couple aliment-emballage, tout en tenant compte de l'ensemble des exigences de qualité. Ces emballages rempliront de plus en plus des fonctions de conservation et de maturation des produits en complément du procédé d'obtention, en particulier par l'optimisation de l'espace de tête⁽²⁾ entre l'aliment et le conditionnement ; cette technologie barrière majeure concerne le sous vide, ainsi que les atmosphères modifiées avec un gaz ou un mélange de gaz (dioxygène, azote, dioxyde de carbone...) et des films à perméabilités sélectives afin de conserver plus longtemps les qualités des produits et lutter contre le gaspillage alimentaire. Pour certaines applications, ils permettront de s'affranchir du froid et, de fait, de réduire les coûts énergétiques.

La praticité et l'ergonomie des emballages sont des fonctionnalités à améliorer afin de répondre aux nouveaux modes d'achats (développement du *drive* et de l'Internet) et de consommation (nomadisme, rapidité de cuisson, portionnabilité), de faciliter leur manipulation (personnes âgées...) et de permettre de les refermer pour pouvoir consommer les produits en plusieurs fois.

Cependant, le développement des fonctions des emballages ne pourra se réaliser qu'à la double condition impérieuse de leur sécurité sanitaire, en particulier toxicologique et éco-toxicologique (suppression des perturbateurs endocriniens, des résidus d'huiles minérales, des molécules néoformées...), et de leur écoconception – « du berceau à la tombe » –, afin de limiter leurs impacts environnementaux. Et cela tout en conservant leurs fonctionnalités, ce qui signifie réduire leur empreinte carbone en maximisant l'emploi des ressources renouvelables (matériaux biosourcés), en favorisant l'utilisation des matériaux recyclés par l'amélioration des techniques et procédés de recyclage, en réduisant les conditionnements superflus et en favorisant leur biodégradation dans le cas de déchets sauvages.

Les apports de la transformation digitale aux technologies et aux procédés

La compétitivité est et sera toujours un axe majeur pour les industriels. La conception ou la réingénierie des procédés de transformation continueront d'être au service de la performance et de la productivité. Malgré son peu de degré de liberté, l'unité de production devra accroître sa flexibilité, tant en quantité qu'en diversité (format, produit, conditionnement...), tout en conservant son efficacité, ses exigences et sa régularité. Cette approche reposera sur une double flexibilité au niveau de l'usine selon un paradigme de *Flex in/Flex out* (ou *FliFlo*) : *Flex in*, ou flexibilité à l'entrée, pour les approvisionnements en matières

⁽²⁾ L'espace de tête correspond au volume de gaz situé entre le produit et l'opercule des emballages.

premières agricoles affichant des qualités variables et moins standardisées en fonction des variations climatiques et des nouvelles pratiques agro-écologiques ; *Flex out*, ou flexibilité à la sortie, qui permettra de fabriquer une gamme plus élargie de produits avec les mêmes équipements en fonction des marchés et des demandes de la distribution.

Différents facteurs (acceptabilité d'une nouvelle technologie par les consommateurs, opérationnalité à long terme – souvent plus de dix ans – d'une technologie émergente, retour sur investissement supérieur à trois ans, faibles marges de certains secteurs) freinent la pénétration de certaines technologies de rupture. Ainsi, les industries alimentaires investissent plutôt dans les améliorations incrémentales ou dans des assemblages et combinaisons de technologies existantes. Cependant, les demandes d'innovation portant sur les procédés sont nombreuses.

Certaines solutions feront appel à de nouveaux procédés ou à des technologies innovantes. C'est en particulier le cas de la robotique qui concerne surtout la logistique et le conditionnement : son application en agroalimentaire est largement diffusée. La réduction de la pénibilité des conditions de travail au niveau des opérations unitaires sera surtout obtenue grâce à des cobots (machines collaboratives conçues pour travailler en permanence avec l'homme) et des exosquelettes. Plus faciles à implanter que les robots au regard des contraintes spécifiques des ateliers agro-industriels (ambiance froide et humide, nettoyage et désinfection quotidiens, préhension de matières fragiles, molles et déformables, investissements contraints), ils permettront de réduire les troubles musculo-squelettiques et de ce fait d'attirer du personnel, ainsi que de conserver les savoir-faire traditionnels des opérateurs. C'est notamment le cas en abattoirs, en découpe de viande, en filetage des poissons et pour le portage de charges lourdes.

Ces techniques biomécaniques font partie de la transformation digitale, qui correspond à l'intégration d'équipements « intelligents » tout au long de la chaîne de production, qui permet d'automatiser des procédés et de recueillir des informations sur la réalisation d'opérations unitaires et le fonctionnement d'équipements, sur des produits en cours de fabrication ou finis, des flux de matières premières variables, d'eau et d'énergie afin d'optimiser la flexibilité en termes de qualité et de quantité, ainsi que de tracer les processus dans un souci de transparence. Ces équipements « intelligents » sont des tableaux numériques, des caméras, des capteurs... Outre pour les paramètres conventionnels (pH, température...), la conception de nouveaux capteurs sera rendue nécessaire par l'émergence de nouveaux critères (potentiel rédox, activité de l'eau, concentration en nutriments marqueurs...) destinés à la réalisation *in situ* de

mesures en temps réel des aliments et de leurs intermédiaires, y compris pour la qualification des matières premières.

Le stockage, la structuration et le traitement statistique des données appropriées, tout en prenant en compte leur hétérogénéité et leur interopérabilité entre elles et avec des données *ex situ* (résultats d'autocontrôles microbiologiques, par exemple), seront des défis à relever pour permettre leur exploitation efficace dans l'optique d'une maîtrise des procédés (choix, conduite, commande, contrôle) ou des opérations de maintenance préventive ou de nettoyage-désinfection. Une de leurs utilisations résidera dans le développement d'outils d'aide à la décision, de gestion des connaissances et de modélisation. À ce jour, plusieurs de ces outils sont opérationnels comme Sym'Previous, en microbiologie prévisionnelle, qui simule la croissance, la décroissance et la latence des flores pathogènes dans des aliments, en prenant en compte le microbiome local, les technologies... De même, un outil d'optimisation de la formulation nutritionnelle par programmation linéaire en fonction de Nutri-score et du prix d'intérêt du produit créé est utilisé, ainsi qu'un outil de prévision de la migration de substances issues des matières plastiques vers les aliments et l'eau.

Des produits, des emballages et des procédés confrontés au défi d'une production alimentaire durable

Jusqu'à aujourd'hui, au moins en France, l'industrie alimentaire a réussi à garder un lien avec son territoire et son héritage culturel, tout en répondant aux standards de qualité et de sécurité des aliments et en arrivant à concilier tradition et innovation en lien avec son modèle alimentaire. Afin de répondre aux attentes du marché, ce secteur doit encore évoluer, s'adapter, anticiper, dans un contexte paradoxal, entre continuité et rupture avec le passé, en s'orientant vers des systèmes durables de production.

Par des approches d'analyse fonctionnelle et d'analyse de la valeur, les démarches d'innovation doivent intégrer l'écoconception des produits, des conditionnements et des procédés avec, en particulier, des réductions à la source des consommations de matières, d'emballages, d'eau et d'énergie, ainsi qu'en corollaire, des pertes, des rejets de tous types, notamment en recyclant les co-produits en cycle fermé ou ouvert vers d'autres industries. Les entreprises sauront progressivement transformer ces contraintes en opportunités. Dans une approche globale et intégrée, l'ingénierie de la qualité des produits deviendra une ingénierie de la durabilité des systèmes de production et de distribution.