

Compétitivité et calcul à haute performance

Par Jean-Claude ANDRÉ

Ancien directeur du Cerfacs, correspondant de l'Académie des sciences et membre de l'Académie des technologies

Et Gérard ROUCAIROL

Ancien directeur scientifique du Groupe Bull et président honoraire de l'Académie des technologies

La capacité de calculer aux limites du possible fournit des avantages majeurs pour accroître les connaissances, concevoir de nouveaux produits ou services compétitifs et préparer des systèmes d'armes efficaces. Cependant, l'évolution de la physique des semi-conducteurs ainsi que la capacité de collecter et d'utiliser des données massives mènent à une véritable révolution dans les architectures de supercalculateurs et les méthodes de simulation. Après avoir décrit des exemples d'usage avancé de la puissance informatique au bénéfice de la recherche, de l'industrie et de la Défense, nous présenterons les ruptures en cours tant au niveau du matériel qu'à celui des méthodes. Les opportunités offertes par ces ruptures en termes de structuration du marché de la haute performance seront alors évoquées. Elles conduisent à placer la France comme un des quatre pays du monde, mais le seul pays européen à pouvoir participer à la course à la puissance de calcul et à permettre à l'Europe de fonder une politique de souveraineté en matière de numérique.

Introduction

Le calcul à haute performance a connu une longue période – approximativement du milieu des années 1980 au milieu des années 2000 –, durant laquelle les technologies matérielles (*hardware*) sont restées sur une ligne d'évolution sans rupture majeure, sinon une augmentation lente mais continue du parallélisme, c'est-à-dire du nombre de processeurs, de cœurs de calcul, utilisés en synergie pour résoudre les problèmes. Cela a permis aux méthodes de résolution et aux logiciels d'application associés (*software*) d'évoluer régulièrement et de consolider progressivement la méthodologie d'utilisation de ces architectures.

À partir de la seconde moitié des années 2000, la croissance de la fréquence des processeurs est stoppée. La seule source d'augmentation des performances fournies par les matériels devient le recours à un parallélisme massif au sein de nouvelles architectures pouvant accueillir de nouveaux types de processeurs (accélérateurs). De plus, l'apparition des données massives, vers le milieu de la décennie 2010, qu'il faut savoir traiter pour en extraire le maximum d'informations pertinentes, amène à étendre les méthodes de calcul ainsi que le montre le rapport de février 2021 de l'Académie des technologies « Calcul et données : nouvelles perspectives pour la simulation à haute performance » (<https://www.academie-technologies.fr/blog/categories/publications-de-l-academie/posts/calcul-et-donnees-nouvelles-perspectives-pour-la-simulation-a-haute-performance-rapport>).

Ces évolutions renouvellent profondément les usages du calcul à haute performance dans de nombreux secteurs de la recherche et de l'industrie, et leur maîtrise reste fondamentale pour assurer la compétitivité de ces secteurs. Elles amènent aussi à une profonde restructuration de ce marché en offrant des opportunités certaines de reconquête de leur souveraineté par la France et l'Europe.

Calculer aux limites du possible : un avantage compétitif pour les États et les entreprises

La mise au point à Princeton, au sortir de la Seconde Guerre mondiale, du premier ordinateur électronique (ENIAC) répondait à deux enjeux : d'une part, permettre des calculs balistiques autrement impossibles et, d'autre part, réaliser des prévisions météorologiques d'un nouveau type. Aujourd'hui encore, les secteurs de la Défense, de la recherche et de l'industrie sont au cœur des enjeux de compétitivité et de progrès.

La recherche

De nombreux domaines des sciences fondamentales et/ou appliquées ne peuvent véritablement progresser que *via* une simulation numérique que l'on pourrait qualifier de *ab initio* : utiliser des puissances de calcul de plus en plus importantes pour étudier des aspects macroscopiques à partir de simulations d'échelles très fines, que ce soit dans le domaine

des sciences de la vie, de l'énergie ou encore en sciences de l'environnement (une liste non exhaustive !). La recherche peut tirer parti aujourd'hui de puissances de résolution d'un ordre de grandeur avoisinant la centaine de petaflops (100×10^{15} opérations par seconde), des puissances d'un ou deux ordres de grandeur supérieurs sont attendues pour mieux comprendre et prévoir de nombreux phénomènes.

Pour n'évoquer que les trois domaines qui viennent d'être cités :

- la pandémie de Covid-19 a mobilisé, dans les grands pays avancés, les moyens de calcul les plus performants pour analyser nombre de phénomènes clefs. Ainsi, les simulations en dynamique moléculaire ont été utilisées pour comprendre les mécanismes qui déterminent l'entrée du virus dans les cellules et comment ceux-ci pourraient être neutralisés. Plusieurs millions d'heures de calcul ont été nécessaires pour une première exploration ouvrant la voie à de nouvelles simulations, plus déterminantes, mais qui ne pourront être réalisées qu'en disposant de ressources largement démultipliées ;
- la combustion en régime turbulent est au cœur des transformations de l'énergie, mais son étude se heurte encore à nombre de difficultés fondamentales : comment caractériser les instabilités qui l'affectent, comment prendre en compte les cinétiques chimiques complexes et maîtriser les produits d'échappement... ? Ces questions font depuis plus de vingt ans l'objet de simulations associant chimie et mécanique des fluides, aux résolutions les plus fines possibles et à la limite des possibilités des calculateurs les plus puissants. Il n'en reste pas moins que ces résolutions sont encore loin de ce qui serait nécessaire pour « effacer » les incertitudes liées aux mécanismes les plus fins toujours non explicitement résolus par le biais du calcul ;
- la prévision du temps, et plus spécialement celle des événements extrêmes les plus dangereux, est fondée pour une large part sur la mécanique des fluides. Pour une bonne appréhension de ces événements, une résolution spatiale des modèles de l'ordre de la centaine de mètres est nécessaire, alors qu'aujourd'hui les meilleurs centres mondiaux d'analyse, au niveau français comme européen, ne peuvent travailler actuellement qu'à des résolutions kilométriques ; c'est donc une progression de plusieurs ordres de grandeur qui est attendue. Cela est vrai, *mutatis mutandis*, pour la simulation du changement climatique.

Dans tous ces domaines, comme dans beaucoup d'autres dont la liste est trop longue pour pouvoir tous les citer ici, cette nécessité de calculer aux limites du possible doit se conjuguer avec de nouvelles capacités pour pouvoir extraire des données de nouvelles connaissances.

L'industrie et les services

Deux tendances principales sont à l'œuvre. Dans ces deux secteurs, il s'agit :

- d'une part, de s'appuyer de plus en plus sur des « jumeaux numériques » qui condensent la connaissance scientifique des lois qui régissent les systèmes étudiés. Ces outils permettent une très large exploration de l'espace des paramètres afin de réaliser des optimisations multicritères,

- et, d'autre part, de maximiser le bénéfice extrait des données qu'il est possible de rassembler, tant en amont sur le produit ou le service lui-même qu'en aval au regard de ses conditions d'utilisation. L'apprentissage automatique, et spécialement l'apprentissage profond, est devenu en ce domaine un outil indispensable, mais aussi coûteux en termes de ressources informatiques.

Trois domaines peuvent être évoqués pour expliciter ces tendances :

- le processus long et onéreux de la recherche de nouveaux traitements pharmaceutiques peut s'appuyer sur des simulations de dynamique moléculaire, par exemple en calculant les énergies libres de liaison des protéines ciblées. Il est aussi possible d'élaborer efficacement de nouveaux médicaments en les repositionnant par rapport à des médicaments existants. La conjugaison de ces deux approches est retenue par nombre de grands groupes pharmaceutiques et est à la source de progrès plus rapides et d'une compétitivité accrue. Il n'en reste pas moins que l'utilisation de ces méthodes requiert l'accès aux calculateurs les plus puissants actuellement disponibles ;
- dans le cas de l'énergie nucléaire, les jumeaux numériques, composés de modélisations tridimensionnelles des phénomènes physiques et d'algorithmes d'apprentissage profond alimentés par des informations issues du système réel, sont, quant à eux, utilisés pour simuler différents scénarios d'exploitation ou d'incidents, pour accélérer le temps de prédiction de l'état futur du système réel et, enfin, pour concevoir des modifications et les tester. Toutefois, les modèles tridimensionnels utilisés ne représentent pas encore toute la complexité de l'installation nucléaire. Les simulations doivent encore gagner en résolution et en précision pour être incluses dans un système permettant à la fois de continuer de concilier une pleine sécurité avec une utilisation extrêmement rapide ;
- dans le domaine aéronautique, la simulation est dorénavant souvent dynamiquement couplée ou statiquement fusionnée avec des données collectées en opérations, cela afin de gagner en rapidité et en précision pour continuer de réduire le nombre des essais physiques et d'augmenter la maturité des produits, dès le premier exemplaire construit. Les simulations aérodynamiques sont, par exemple, fusionnées aujourd'hui avec des modèles statistiques pour produire des modèles hybrides. La simulation de systèmes a elle aussi progressé, permettant, par exemple, le couplage de modèles de simulation (analytiques ou statistiques) avec des systèmes physiques sur banc. Ce couplage est opéré en environnement distribué multi-industriel, ce qui permet de bien meilleures pré-intégration et pré-validation des systèmes avion au cours du cycle de développement, et donc avant leur intégration physique finale.

La Défense

L'exemple emblématique du caractère irremplaçable du calcul à haute performance dans le domaine de la Défense est, bien sûr, celui de la conception de l'arme nucléaire. Depuis la signature du traité d'arrêt complet des essais en 1996, et dans le cadre de la politique de dissuasion, la



Photo © Xavier Popy/REA

Présentation de la reproduction du supercalculateur Tera 100 lors d'une exposition à la Cité des sciences et de l'industrie de La Villette organisée à l'occasion du 70^{ème} anniversaire du CEA.

« Le programme "Simulation" du CEA s'appuie, notamment, sur le laser mégajoule, qui permet d'étudier à une micro-échelle la physique de la fusion thermonucléaire, et, depuis 2005, sur les supercalculateurs Tera. »

conception et la mise au point des armes nucléaires reposent sur le programme « Simulation ». Ce programme, conduit par la direction des Armes nucléaires du CEA, s'appuie, notamment, sur le laser mégajoule, qui permet d'étudier à une micro-échelle la physique de la fusion thermonucléaire, et, depuis 2005, sur les supercalculateurs Tera. Depuis cette date, trois supercalculateurs construits par la société Bull, puis par Atos/Bull, et conçus en coopération avec le CEA se sont succédé afin de tirer profit de l'évolution de la puissance des supercalculateurs. Ces ordinateurs visent à reproduire à échelle réelle les différentes phases du fonctionnement de l'arme nucléaire. Ils sont passés de la machine Tera-10, avec une puissance de 53 teraflops en 2005, à la machine Tera 1000, qui affichait 25 petaflops en 2018.

De nouvelles architectures et des méthodes étendues

Plusieurs modifications profondes, voire des ruptures, sont apparues au cours des dix dernières années.

Un premier aspect concerne l'évolution des supercalculateurs : la transition vers des puissances informatiques en augmentation continue pour répondre aux besoins scientifiques et industriels conduit à l'émergence imminente de supercalculateurs dans la gamme de l'exascale (10^{18} opé-

rations par seconde). La croissance de la puissance informatique est obtenue grâce à la multiplication du nombre de processeurs travaillant en parallèle, car une augmentation de la fréquence conduit à un dégagement trop important de chaleur. L'« hyperparallélisme » (plus de 10 millions de cœurs de calcul dans les supercalculateurs actuels les plus puissants) requiert le développement de logiciels adaptés à de telles architectures. Il en est de même lorsque la maîtrise de la consommation énergétique exige d'utiliser des processeurs plus économes, comme les processeurs spécifiques. Cette problématique associée du logiciel et de l'algorithmique va être démultipliée à moyen terme, dès lors que des gains significatifs de puissance pourront être apportés par des accélérateurs quantiques, dont on peut raisonnablement penser qu'ils seront spécialisés et intégrés au sein d'architectures hybrides. De plus, le transfert de données d'un processeur vers un autre étant lui aussi très énergivore et pénalisant en temps, il faut le plus possible rapprocher matériellement données et calcul. Il résulte de ces nécessités des architectures de supercalculateurs tout à fait nouvelles, hyperparallèles et hybrides, dont l'utilisation exige de nouvelles méthodes de programmation.

Le deuxième aspect, déjà évoqué, est relatif à la disponibilité de données numériques de plus en plus nombreuses et dotées d'un contenu informationnel qu'il convient d'exploiter.

ter de façon optimale. Ces données peuvent provenir de la simulation numérique elle-même, mais elles proviennent bien plus aujourd'hui de nouveaux systèmes d'observation, de mesure, de contrôle... et de plus en plus de l'Internet des objets. Les flux d'informations sont d'intensité toujours croissante, déjà dans la gamme de l'exaoctet (10^{18}) et, prochainement, dans celle du zetaoctet (10^{21}). L'adaptation à ce nouvel univers du *Big Data* ouvre de nombreuses interrogations sur les architectures de calcul à utiliser, sur les méthodes mathématiques à employer et sur l'adaptation des grands codes de calcul, scientifiques et industriels à ce nouveau contexte. Les enjeux sont critiques dans les domaines pour lesquels il n'existe pas de loi scientifique connue, les données étant alors la seule source de connaissances, même si celle-ci reste d'essence statistique *via* leur traitement par l'utilisation de méthodes d'apprentissage profond ; il faut alors apprécier et préciser les limites de validité des résultats obtenus. Par ailleurs, la valeur des données s'étend au-delà du seul domaine auquel elles se rattachent, du seul service ou de la seule entreprise où elles ont été produites. La tentation de garder ces données de façon protégée au sein de l'entreprise qui les a produites doit être mise en balance avec l'avantage potentiellement très important de les croiser avec des données issues d'activités connexes, un croisement qui est lui-même la source d'une compétitivité démultipliée : par exemple, dans le domaine aéronautique, les données issues du suivi et de la maintenance d'un moteur d'avion, telles que recueillies par les compagnies aériennes, auront une valeur ajoutée cruciale par rapport aux seules données « constructeur » (conception et essais).

Le troisième aspect concerne l'interpénétration progressive entre les méthodes spécifiques du calcul scientifique, basées sur des lois scientifiques, et celles relatives au traitement de données massives et à l'apprentissage automatique. Cette nécessaire « hybridation » n'en est qu'à ses tout débuts : si nombre de nouvelles architectures de calcul permettent aussi bien la simulation numérique que l'apprentissage automatique, les ensembles logiciels restent encore très différents. Cette hybridation permettra d'accélérer la simulation à haute performance, en exploitant, par exemple, des données (synthétiques ou non) permettant d'éviter d'avoir à simuler le détail de certains processus. Elle offre également une méthode visant à améliorer l'apprentissage automatique par l'utilisation des connaissances et des lois déjà disponibles dans le but d'organiser le corpus des données massives et de restreindre l'espace dans lequel s'opère le traitement statistique *via* les réseaux de neurones (émergence de l'« apprentissage automatique guidé par la physique »). Le niveau de performance atteint par l'apprentissage automatique peut alors permettre de surmonter l'obstacle que représente le manque fréquent de données de qualité nécessaires à l'apprentissage des modèles.

Les enjeux de la recherche sont ici extrêmes, avec pour objectif de disposer au plus vite d'outils scientifiques, de conception et d'exploitation associant l'ensemble des connaissances disponibles. La validation de ces nouvelles méthodes hybrides sera au cœur des nouveaux procédés de certification. Une compétitivité accrue dans le domaine

du calcul à haute performance est essentielle tant pour la science que pour la technologie et sa mise en œuvre, et la course à cette haute performance est d'ores et déjà au cœur de la compétition internationale. Ces efforts passent aussi clairement par une accélération de la formation des scientifiques, des techniciens et des industriels à ces nouvelles approches.

La course à l'exaflops et au-delà : des opportunités pour la France et l'Europe

Les ruptures dans l'architecture des microprocesseurs et dans celle des supercalculateurs ont eu pour conséquence de fragiliser les acteurs dominants sur ces marchés. Pour tirer pleinement parti de ces ruptures, il faut reconcevoir et reprogrammer entièrement les applications, et de nouveaux choix de fournisseurs de matériels peuvent alors intervenir s'il n'est plus possible de bénéficier des investissements du passé. C'est ainsi que la société Nvidia est devenue en quelques années un acteur incontournable de la haute performance en proposant des microprocesseurs à architecture vectorielle qui sont fort utiles en matière de simulation physique ou d'apprentissage automatique. En France, l'architecture développée par la PME Kalray a été aussi l'occasion d'innover en matière de traitement parallèle au niveau d'un processeur.

Longtemps dominé par des entreprises américaines et japonaises, le marché des supercalculateurs s'est lui aussi profondément modifié. Depuis le début des années 2000, une société française, Bull/Atos, et des entreprises chinoises sont apparues. Dans le même temps, les acteurs américains se sont restructurés, principalement autour de HPE, et, au Japon, Fujitsu est devenu l'acteur majeur.

Il est remarquable de constater que notre pays est le seul pays européen à participer à cet exploit technologique que constitue l'atteinte de l'exaflops (milliard de milliards d'opérations arithmétiques par seconde). Grâce à la persévérance et à la détermination de quelques-uns, les ruptures évoquées *supra* ont pu ainsi être saisies comme autant d'opportunités dès lors que les compétences ont été conservées. Par ailleurs, le succès de l'école française d'analyse numérique a permis d'irriguer un large tissu d'entreprises et de laboratoires en spécialistes de l'utilisation avancée des supercalculateurs, permettant ainsi de valider les besoins de ce type de matériel et d'en démontrer les usages.

Depuis quelques années, l'Europe a pris conscience de l'importance du calcul à haute performance. Le programme EURO HPC (<https://eurohpc-ju.europa.eu/>) vise ainsi à doter la recherche publique européenne des moyens de calcul les plus avancés et à maîtriser les technologies fondamentales nécessaires à la conception des supercalculateurs. Ce programme est complété par l'European Processor Initiative, qui permettra de développer sur le territoire européen de nouvelles architectures de microprocesseurs.

Ainsi, outre les atouts de compétitivité que procure le calcul à haute performance à la recherche et à l'industrie, ce dernier a permis de refonder la politique de souveraineté européenne au sein du Single Digital Market.

Compétitivité externe décroissante et vulnérabilités : un besoin d'actions publiques résolues pour l'agroalimentaire

Par Marion GUILLOU

Administratrice indépendante et membre du Haut Conseil pour le climat

Hugues de FRANCLIEU

Directeur de projets, en charge de l'industrie agroalimentaire, à la direction générale des Entreprises (DGE) – Ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance

Et Claire SAINT-FÉLIX

Statisticienne et économiste

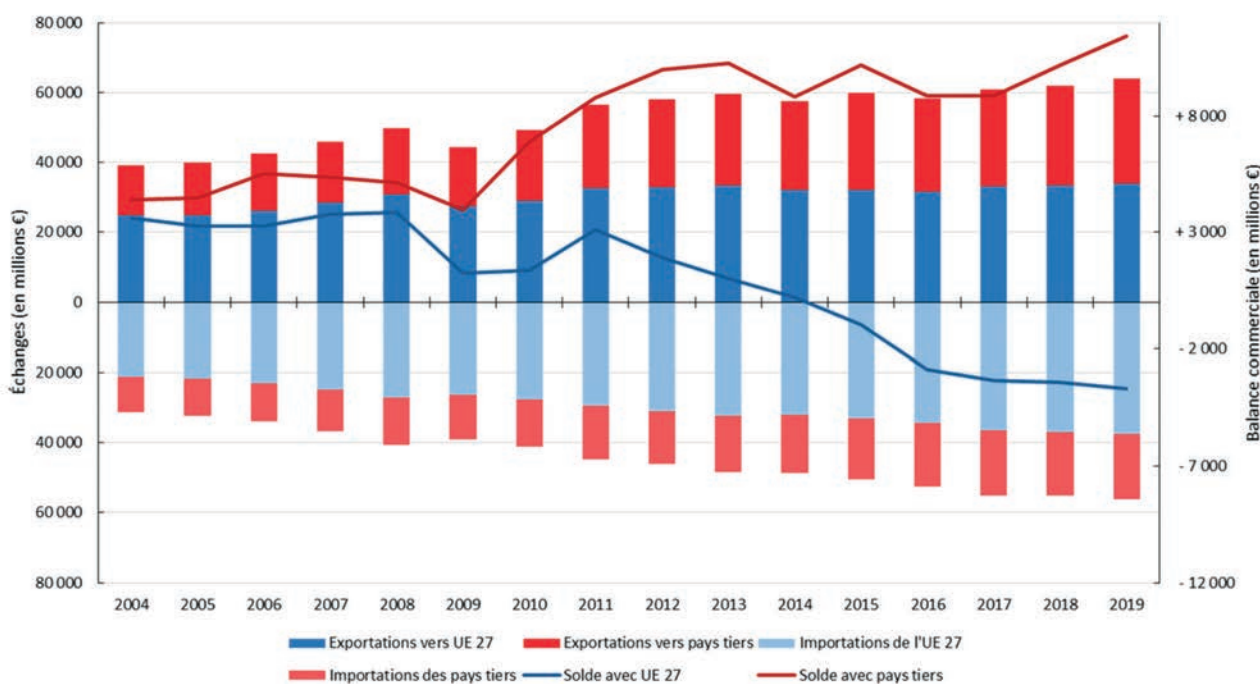
Que s'est-il passé depuis mai 2020 en matière de compétitivité du secteur agroalimentaire français [1] ? Les fondamentaux agronomiques ou économiques n'ont guère changé. La balance commerciale de la France dans ce secteur est toujours globalement excédentaire. Mais sa lente dégradation se poursuit. Le décrochage des parts de marché de la France par rapport à ses principaux concurrents européens est manifeste. Les différents auteurs de cet article attribuent ce décrochage à un manque de « compétitivité » – qu'il s'agisse du coût du travail dans ce secteur, de la faiblesse de ses gains de productivité, de la compétitivité hors-prix ou de causes plus structurelles. Tous les acteurs ne s'accordent pas pour autant sur l'urgence à agir et les remèdes à employer. L'élément nouveau, depuis 2020, est que la « souveraineté alimentaire » est revenue dans les débats. « Déléguer notre alimentation est une folie », disait le Président de la République [2] au début de la crise liée à la Covid-19, alors que les supermarchés peinaient à fournir au rythme souhaité farine, lait ou œufs à des Français redécouvrant le plaisir de pratiquer la pâtisserie à domicile. Dès lors, la résilience de ce secteur devient une préoccupation, un fondement de l'action publique, et certains de ses intrants rejoignent la liste des « biens sensibles » [3].

Le secteur agroalimentaire français reste très important : en Europe, il se classait en 2018 au deuxième rang après celui de l'Allemagne, avec 198 milliards d'euros de chiffre d'affaires. Mais la part de marché de la France à l'international s'est réduite au fil des années et notre pays se situait en 2019 derrière les États-Unis, l'Allemagne et les Pays-Bas pour les exportations de produits transformés. Comme le constatait la Cour des comptes en 2019, dans son référentiel relatif aux soutiens publics nationaux aux exportations agricoles et alimentaires [4], « la France n'a pas cessé de perdre des parts de marché dans le commerce mondial des produits agricoles et alimentaires depuis le début des années 2000 » et « la détérioration du solde commercial est particulièrement marquée sur les marchés de l'Union européenne ». C'est en analysant les données du commerce extérieur que tous partagent

le même constat, celui de la dégradation de la compétitivité du secteur, mais sans pour autant en tirer les mêmes conclusions.

Dans cet article, nous allons brièvement rappeler comment cette dégradation a pu être interprétée, en nous limitant à l'industrie alimentaire et en prenant volontairement plusieurs angles de vue successifs. Ainsi, nous passerons en revue les causes classiquement identifiées de cette dégradation. Profitant d'un travail conduit récemment par FranceAgriMer à la demande du ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation, nous rappellerons ensuite le diagnostic posé à cette occasion par les groupes de professionnels, avant d'interroger certains de ses éléments. Nous concluons en mettant en avant certaines fragilités du secteur identifiées au moment où beaucoup reparlent d'une nécessaire souveraineté alimentaire, laquelle est au fon-

Evolution des échanges de la France en produits agricoles et agroalimentaires



Source : FranceAgriMer d'après TDM

dement de nouvelles mesures de politique publique prises dans le cadre de la relance de notre économie.

« C'est quoi le problème ? » [1]

L'industrie alimentaire ou agroalimentaire (IAA) regroupe les entreprises de la transformation de produits agricoles primaires issus de l'agriculture et destinés principalement à l'alimentation humaine.

Avec 15 479 entreprises et 433 579 salariés en 2018, elle constituait le premier secteur manufacturier (17 % du PIB industriel). Si les microentreprises (moins de 10 salariés et un chiffre d'affaires ou un total de bilan inférieur à 2 millions d'euros par an) représentent 80 % des IAA, le taux d'investissement de ce secteur est cependant supérieur à la moyenne de l'industrie française (20 %, contre 15 %). En 2018, les filières de transformation de la viande et de fabrication des produits laitiers employaient 42 % des salariés du secteur et concentraient 39 % de son chiffre d'affaires. À l'international, l'agroalimentaire était en 2019 le troisième poste d'excédent commercial (7,8 milliards d'euros). Cette performance globale masque toutefois une situation contrastée, l'excédent commercial reposant essentiellement sur les filières Vins et spiritueux et Lait et produits laitiers [5].

Le secteur agroalimentaire n'échappe pas aux effets de la mondialisation. En effet, la libéralisation des échanges a fait apparaître de nouveaux concurrents et provoqué une spécialisation des économies conduisant à une déstabilisation de certains secteurs. Une analyse plus fine serait nécessaire pour distinguer ses effets sur chacune des productions, mais les exemples antinomiques du vin et des fruits et légumes, suffisent à mettre en évidence les effets

de cette spécialisation, qui sont particulièrement marqués à l'intérieur de l'Union européenne (UE) où les barrières tarifaires n'existent plus. Le recul des parts de marché des exportateurs français, particulièrement marqué vis-à-vis des pays de l'UE, n'est pas spécifique au secteur agroalimentaire. Les économistes l'expliquent d'abord par un manque de compétitivité coût. L'explication n'est pourtant pas suffisante pour justifier la situation relative de la France vis-à-vis des Pays-Bas, ou même de l'Allemagne. D'autres éléments interviennent – qualité des produits, faible taille des entreprises et manque d'intégration des filières, coûts environnementaux, etc. –, dont l'impact négatif sur les exportations est difficile à évaluer.

Les causes de ce recul sont donc loin d'être toutes identifiées et chiffrées. Les *Annales des Mines* publiaient en mai 2020 un article [1] sur la compétitivité internationale du secteur agroalimentaire français. Carl Gagné, Karine Latouche et Stéphane Turolla y discutaient les hypothèses classiquement privilégiées : le coût élevé du travail en France, la chute de la productivité globale des facteurs ou des taux de marge en baisse pénalisant l'investissement et l'innovation. Ils soulignaient cependant le fait que les coûts, qu'il s'agisse du coût du travail ou de celui des intrants agricoles, n'ont qu'une influence limitée sur les exportations agroalimentaires. Ils insistaient en revanche sur l'importance de la compétitivité hors-prix, qu'il s'agisse de la qualité réelle ou perçue des produits ou des diverses formes d'adaptation de ceux-ci à la demande diverse des consommateurs, y compris en Europe. Enfin, Carl Gagné *et al.* mettaient l'accent sur l'importance des coûts de distribution, qui expliqueraient mieux que le coût du travail l'écart de performance entre la France et certains de ses concurrents, notamment l'Allemagne. Un tel constat les a

| | Solde pays tiers (moyenne 2015-2019) | Solde pays UE (moyenne 2015-2019) | Solde tous pays (moyenne 2015-2019) |
|------------------------------|---|--------------------------------------|--|
| Vins et spiritueux | 9 241 | 2 163 | 11 403 |
| Laits et produits laitiers | 3 137 | 388 | 3 525 |
| Céréales | 2 765 | 2 883 | 5 648 |
| Viande et produits carnés | 548 | 1 851 | 1 303 |
| Animaux vivants et génétique | 308 | 1 583 | 1 891 |
| Sucre | 237 | 458 | 695 |
| Produits d'épicerie | - 329 | - 3 626 | - 3 955 |
| Oléagineux | - 1 540 | 188 | - 1 352 |
| Fruits et légumes | - 2 576 | - 3 075 | - 5 651 |
| Pêche et aquaculture | - 3 487 | - 740 | - 4 226 |
| Autres | 1 610 | - 1 222 | 388 |

| Amélioration du solde de 25% au moins | Amélioration comprise entre 15 et 25% | Amélioration comprise entre 5% et 15% | Evolution entre -5% et 5% | Dégradation du solde entre -5% et -15% | Dégradation du solde entre -15% et -25% | Dégradation du solde entre -25% et -50% | Dégradation du solde au-delà de -50% |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--|---|---|--------------------------------------|
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--|---|---|--------------------------------------|

Évolution entre les périodes 2010-2014 et 2015-2019

Source : FranceAgriMer d'après TDM

conduits à proposer différentes réponses. Ainsi, d'après ces auteurs, les certifications comme l'IFS (International Featured Standard) permettraient d'améliorer significativement l'accès des entreprises agroalimentaires aux marchés étrangers. En outre, la force que représente la grande distribution française au travers de ses implantations dans le monde pourrait être mise à profit pour contribuer au développement des ventes des produits français à l'étranger.

En complément de cette analyse des faiblesses relatives de l'industrie agroalimentaire française, vient s'ajouter la remarque faite par la Cour des comptes dans son référentiel du 5 mars 2019, rappelant que les industriels français délocalisent plus facilement leur production à l'étranger que les industriels allemands : ainsi les industriels laitiers français transforment-ils 20 milliards de litres de lait à l'étranger contre près de 24 en France, alors que leurs concurrents allemands ne transforment que 5 milliards de litres à l'étranger, contre 30 sur le territoire de l'Allemagne. Là encore, la situation de l'agroalimentaire n'est pas spécifique. La position géographique de l'Allemagne, à savoir à proximité des nouveaux États membres, lui a en effet permis de développer un modèle original, qui repose sur des échanges de proximité et la pratique du travail détaché, ce que la France n'a pu faire. Il resterait cependant à évaluer plus précisément l'avantage qu'en retirent les industriels allemands, comme il faudrait le faire pour les gains que retirent les industriels français de leurs investissements à l'étranger.

Le diagnostic récent posé par la mission conduite par FranceAgriMer

Le diagnostic est donc difficile. À la demande du ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation, FranceAgriMer (FAM) procède depuis septembre 2019 à une analyse des causes

de la dégradation de l'excédent commercial agricole et alimentaire qui a été observée ces dernières années. FAM vient de publier ses premiers résultats [6] qui s'appuient à la fois sur des travaux bibliographiques et sur l'expertise des professionnels de dix filières, réunis à cette fin. La synthèse qui en ressort fait une large place aux faiblesses mises en avant par les professionnels et, en creux, à celles qui sont peu ou jamais citées.

Prenons l'exemple des premières pistes de réflexion dégagées par le groupe de travail de la filière Fruits et légumes frais. Son taux d'approvisionnement national et sa balance commerciale ont évolué négativement depuis les années 2000. La balance commerciale correspondante est ainsi passée d'un déficit de 197 millions d'euros en 2005 à un déficit de 932 millions d'euros en 2019.

En matière de compétitivité prix, sont souvent cités pour leur impact négatif : le coût des facteurs de production (travail et intrants), la complexité de la réglementation spécifique au secteur et les hauts standards de la réglementation environnementale, ainsi que l'insuffisance des investissements dans les outils productifs, la digitalisation ou l'innovation. En matière de compétitivité hors-prix, les difficultés de recrutement liées notamment à la faible attractivité du secteur, le manque de capitaux disponibles, la faiblesse de la logistique, l'inadéquation de l'offre à la demande ou les barrières à l'exportation sont mis en avant. Les aléas liés au changement climatique sont aussi cités par certains secteurs professionnels comme une des conditions de la compétitivité. La mise en débat, par secteur, des priorités et des actions à proposer aux pouvoirs publics ou à conduire au sein des interprofessions est l'étape suivante de ce diagnostic indispensable. Cette démarche, qui mobilise les secteurs les plus concernés, devrait permettre d'identifier de possibles remèdes à une

Evolution du taux d'auto-provisionnement

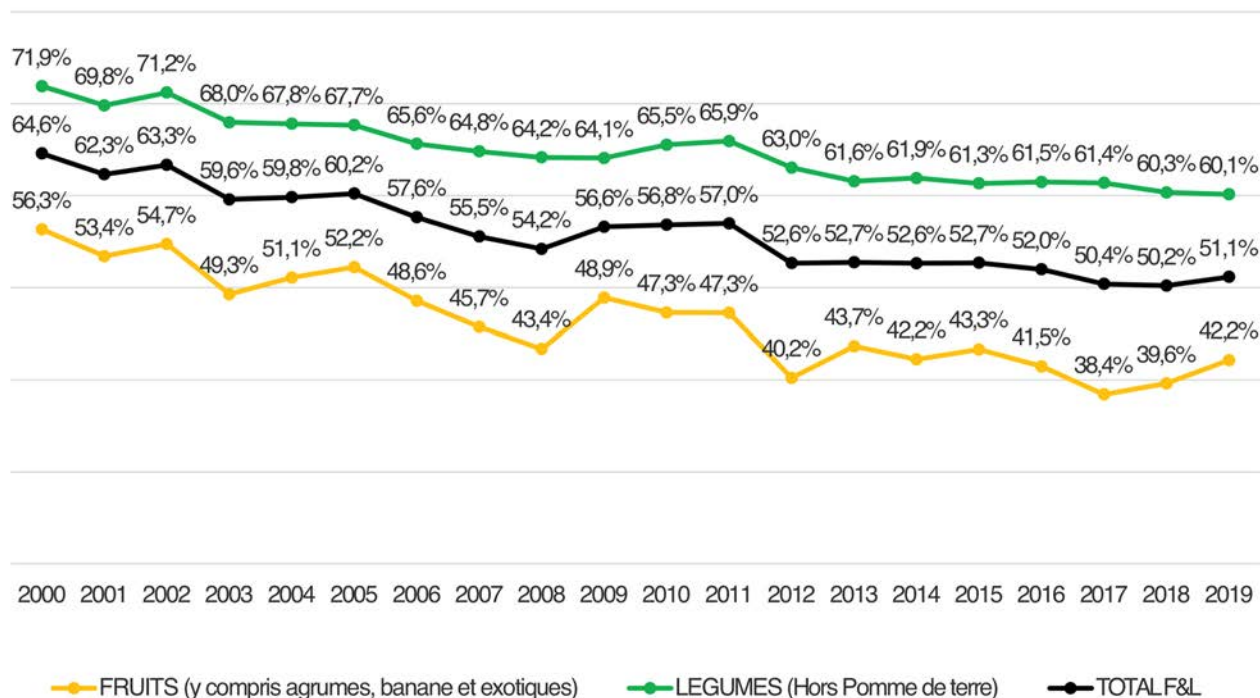


Figure 3 : Évolution du taux d'auto-provisionnement de la filière Fruits et légumes entre 2000 et 2019.

partie des handicaps collectifs mis en évidence. Ainsi, la loi de finances pour 2021 a engagé un processus visant à une importante baisse des impôts de production, et ce au travers de trois mesures : une réduction de 50 % de la cotisation sur la valeur ajoutée des entreprises, une réduction de moitié de la cotisation foncière des entreprises et de la taxe foncière sur les propriétés bâties, ainsi qu'un abaissement de 3 à 2 % du taux de plafonnement de la cotisation économique territoriale déterminée en fonction de la valeur ajoutée.

Les politiques de filières qui sont menées depuis plusieurs années s'attachent en outre à répondre à certaines des questions posées, notamment en matière de compétitivité hors-prix. Mais elles ne semblent pas avoir produit tous les résultats attendus sur leur période initiale d'application, c'est pourquoi elles ont été relancées depuis l'automne 2020. Certains handicaps évoqués par les industriels renvoient par ailleurs à d'autres politiques sectorielles, comme celle des transports (logistique dans les ports, manque de conteneurs, etc.) ou à des sujets plus généraux comme la stratégie développée en matière de formation ou la politique de soutien à l'innovation. Enfin, la structure même du tissu industriel français semble constituer un handicap. On observe que dans tous les secteurs, les grandes firmes sont bien mieux en mesure d'exporter que les petites. Un tel constat avait conduit l'Inspection générale des finances et le CGAER à proposer d'encourager les rapprochements entre entreprises, voire des fusions [7].

Les pistes d'action pour enrayer le déclin de l'excédent agroalimentaire sont donc nombreuses. Elles relèvent à la fois d'actions macroéconomiques, par exemple pour

réduire les impôts de production, d'actions sectorielles dans l'agroalimentaire, mais aussi dans les transports et la distribution, ou encore des stratégies d'adaptation au changement climatique ou des politiques fines de filière centrées sur les produits les plus sensibles.

Pour l'avenir, quelle souveraineté alimentaire souhaitons-nous ?

L'histoire ne s'arrête pas là. La stratégie agroalimentaire ne peut pas se limiter au redressement de la balance commerciale. Reconquérir le marché intérieur est également important. En effet, il ne suffit pas que les professionnels répondent aux exigences sanitaires ou environnementales élevées émanant des pouvoirs publics nationaux, lesquelles répondent à une demande accrue des consommateurs en matière de qualité et de sécurité, et qui vont bien au-delà des normes de l'UE. Il devient essentiel de rendre ce « surcroît de qualité » visible et lisible par le consommateur. Comme les règles de l'UE relatives à l'étiquetage national limitent strictement les mentions « Fabriqué en France » ou « Produits français », les démarches volontaires, comme les « IG » (indications géographiques), trouvent toute leur place pour parfaire l'information du consommateur, et gagneraient à être développées sous réserve d'en améliorer les procédures d'approbation [8].

Au cours de la crise sanitaire liée à la Covid-19, l'approvisionnement alimentaire des Français n'a pas connu de véritable rupture. À l'avenir, le changement climatique augmentera les aléas de production [9] et nécessitera inévitablement des mesures importantes d'adaptation des systèmes de production agricoles et alimentaires. De sur-

croît, les tensions et les difficultés d'approvisionnement pesant sur certains composants électroniques ou matières premières ont remis à l'ordre du jour de l'agenda politique l'identification des approvisionnements vulnérables en cas de fermeture de certaines frontières et conduit à s'interroger sur les produits ou acteurs sensibles du secteur agroalimentaire. L'internationalisation des chaînes de valeur, justifiée par la recherche d'une optimisation des coûts, a conduit à une exposition aux importations, voire à une forme de dépendance lorsque ces dernières sont fortement concentrées et que les produits sont peu substituables. Cette dépendance se traduit par une vulnérabilité si elle concerne des produits critiques pour l'industrie agroalimentaire, comme certains ingrédients entrant dans la production d'aliments de grande consommation. Xavier Jaravel et Isabelle Méjean ont proposé une grille d'analyse des vulnérabilités (pays d'origine des produits, faible nombre des fournisseurs, flux tendus) et préconisé le déploiement de stratégies de résilience intéressant les acteurs ou produits critiques. Dans le même esprit, PwC et le Conseil national des achats [10] insistent sur l'intérêt de créer à l'échelle nationale ou européenne des capacités nouvelles de production des vitamines ou acides aminés essentiels pour l'alimentation animale, d'emballages plastiques recyclables, de protéines végétales ou de substituts pour répondre à la demande accrue de nouveaux aliments (*novel food*). Ils citent le chiffre de 42 %, lequel correspond aux entreprises qui rencontrent des problèmes d'approvisionnement (emballages, matières premières). Ces constats ont conduit le gouvernement à mettre en place, à l'été 2020, un dispositif de soutien aux investissements contribuant à renforcer les capacités de production en France dans des « secteurs stratégiques pour la résilience de notre économie », parmi lesquels figure l'industrie agroalimentaire [11].

La reconquête par le secteur agroalimentaire français de sa compétitivité passera en effet par une diversité de mesures, dépendant d'abord des entreprises concernées, mais également de l'État en tant que partie prenante, des mesures devant être déployées de manière résolue.

Bibliographie

- [1] GAIGNÉ Carl *et al.* (2020), « Compétitivité internationale du secteur agroalimentaire français : c'est quoi le problème ? », *Réalités industrielles, Annales des Mines*, mai.
- [2] Discours du Président de la République du 12 mars 2020.
- [3] JARAVEL Xavier & MÉJEAN Isabelle (2021), *Quelle stratégie de résilience dans la mondialisation*, Note n°64 du CAE, avril.
- [4] Rapport de la Cour des comptes de 2019 sur les soutiens publics nationaux aux exportations agricoles et alimentaires, voir le référé correspondant (<https://www.ccomptes.fr/system/files/2019-05/20190520-refere-S2019-0467-soutiens-publics-exportations-agricoles.pdf>).
- [5] Panorama des industries agroalimentaires – Édition 2020 (<https://agriculture.gouv.fr/telecharger/124456?token=6e9ef-c906641a59e1d7e11ccbb98c677ad9822c1822fec5c0f-124c2ac17a44c9>) et Panorama des IAA – Chiffres et indicateurs clés de l'édition 2021 (<https://agriculture.gouv.fr/telecharger/89040?token=0335b825dec7ec6e5f07dfacce-1d91c890c9c805741e53f9d59df84ab1a6699d>).
- [6] FranceAgriMer (2021), « Compétitivité des filières agroalimentaires françaises », juin (https://www.franceagrimer.fr/content/download/66953/document/20210625_Rapport%2520comp%25C3%25A9titivite%25C3%25A9%25202020_extrait.pdf).
- [7] « Une stratégie publique pour les industries alimentaires », rapport de l'IGF et du CGAER, décembre 2012.
- [8] FranceAgriMer et Interfel (2017), « Étude transversale sur les signes d'identification de la qualité et de l'origine dans la filière Fruits et légumes », juin.
- [9] Rapport annuel 2021 du Haut Conseil pour le climat, juin 2021.
- [10] « Relocalisation des achats », rapport de PwC et du Conseil national des achats.
- [11] Appel à projets France Relance – Secteurs stratégiques de l'industrie (<https://www.entreprises.gouv.fr/fr/aap/france-relance/appe-let-projet-france-relance-secteurs-strategiques-de-l-industrie>).