

# NUMÉRIQUE : LE RÉVEIL EUROPÉEN



**HERVÉ MOUREN (67)**  
directeur de Teratec

Teratec est le centre de compétence national français pour l'initiative européenne EuroHPC, en vue de créer une infrastructure intégrée de calcul à haute performance. Son directeur nous présente ce qui constitue un véritable réveil européen dans le domaine du numérique.

**L**a crise sanitaire et économique que nous vivons a mis en lumière le rôle majeur que jouent les technologies numériques dans notre société tant dans notre mode de vie, avec le développement du télétravail, que dans notre économie, avec les nouveaux services fournis par des plateformes numériques. Les technologies numériques de grande puissance sont au cœur de cette transformation. Elles sont un formidable accélérateur des transitions de notre société et un élément fondamental de réponse aux grands enjeux sociétaux que sont la santé, l'alimentation, l'énergie ou la sécurité. Aujourd'hui, le numérique est clairement devenu un facteur essentiel de notre indépendance technologique et industrielle.

## Un réveil quelque peu tardif

La prise de conscience a été assez lente. Pendant trente ans, seuls les États-Unis et le Japon ont mis en place une politique de développement technologique et industriel du numérique. Depuis quinze ans, la Chine les a rejoints et mène un effort exceptionnel pour en devenir une puissance dominante. Les Européens se sont longtemps satisfaits d'une position confortable d'acheteur, sans en mesurer les conséquences à terme : leurs concurrents avaient un accès plus rapide et bien meilleur aux nouveaux développements et on a vu les écarts de

compétence se creuser, leurs universités avaient des moyens incomparables et attiraient nos meilleurs chercheurs. Nous l'avons constaté dans tous les secteurs. Aujourd'hui, l'Europe se réveille et c'est une très bonne chose compte tenu de l'importance des actions à mener et des moyens à mobiliser.

L'enjeu est majeur : il faut retrouver la maîtrise technologique, développer une dynamique industrielle et lancer des actions fortes de diffusion dans de nombreux secteurs. C'est cet effort que l'Europe propose de mener ensemble, en y associant tous les pays de l'Union. Les actions de diffusion bénéficieront à tous et les actions de maîtrise technique et industrielle seront plus concentrées dans quelques pays. Les atouts de la France, notamment d'un côté la qualité de l'école mathématique et de la recherche informatique et d'un autre côté la présence d'industriels français au meilleur niveau (Atos Bull, Dassault Systèmes, ESI Group et de nombreuses start-up), peuvent lui permettre de jouer un rôle de premier plan.

## Les programmes européens

Deux programmes sont en cours depuis plusieurs années, le premier lancé en 2010 a été l'infrastructure de →

## REPÈRES

Les technologies numériques, tirées par l'évolution de la puissance de calcul, sont devenues une des clés du développement des entreprises. La puissance de calcul, combinée aux progrès réalisés dans le domaine de la modélisation et de la simulation, permet de mettre au point des produits ou des services dans des conditions exceptionnelles de rapidité et de précision. Le potentiel de gain est tel que ceux qui en feront le meilleur usage seront les leaders de demain. Nous allons voir émerger une foule d'intervenants nouveaux qui, en mêlant le meilleur savoir-faire dans un domaine donné à la puissance de ces technologies, vont faire apparaître des produits et des services complètement nouveaux et qui vont transformer radicalement l'activité économique de ce secteur.



© Ded Pixto

→ recherche européenne PRACE, *Partnership for Advanced Computing in Europe*, qui a pour but de combler le retard de l'Europe en équipements pour la recherche. Et en 2012, une plateforme technologique spécialisée a été créée, *European Technology Platform for High Performance Computing* (ETP4HPC).

En mars 2017, la Commission européenne a lancé la déclaration EuroHPC, selon les termes de cet accord les pays signataires s'engagent à coopérer entre eux et avec la Commission pour acquérir, construire et déployer une infrastructure intégrée de calcul à haute performance de premier ordre qui se range parmi les trois premières du classement mondial. L'opération, qui va mobiliser plusieurs milliards d'euros, vient de démarrer. Les appels d'offres ont été lancés et les centres de compétences nationaux sont en cours de mise en place dans tous les pays. En France, c'est Teratec qui est le centre de compétence national. Teratec est une association industrielle créée à l'initiative du CEA, rassemblant industriels utilisateurs, fournisseurs technologiques et centres de recherche, et a constitué à Bruyères-le-Châtel (Essonne) un campus de 300 personnes. L'ensemble des programmes EuroHPC doit permettre de couvrir toute la chaîne de valeur depuis la recherche et la maîtrise technologique jusqu'au déploiement d'une infrastructure de grands centres de calcul couvrant toute l'Europe et à des actions majeures de diffusion des technologies numériques les plus avancées dans l'ensemble du tissu économique.

Une entreprise commune (*Joint Undertaking*) a été créée en novembre 2018 et la Commission a déclaré : « L'entreprise commune EuroHPC stimulera le développement, en Europe, d'une chaîne d'approvisionnement compétitive dans le domaine du calcul et des données, grâce à des marchés publics. Par l'intermédiaire de ses centres de compétences, elle mettra davantage les universités, l'industrie, les petites et moyennes entreprises et les services publics européens en mesure d'agir et leur offrira un accès à un large éventail de ressources, de services et d'instruments pour améliorer leurs compétences numériques et innover. »

### Le domaine de la médecine

Dans le secteur de la médecine et de la santé, une utilisation plus large des technologies numériques est à notre portée, ouvrant la voie à des progrès considérables dans la recherche de nouveaux médicaments et de vaccins, dans la modélisation

épidémiologique avec des techniques de détection des signaux faibles et dans le développement de la médecine personnalisée qui sera la grande évolution de la médecine dans les années à venir. Avec les progrès des capacités de décodage du génome, en particulier celui de nouveaux virus ou de nouvelles bactéries, les puissances de calcul disponibles permettent d'analyser très rapidement les milliards de molécules susceptibles d'être la base d'un médicament, facilitant grandement la tâche des équipes chargées d'évaluer *in vitro* leur efficacité et d'identifier les quelques dizaines de molécules ayant un potentiel thérapeutique. La multiplication des virus et des infections conduit à développer des stratégies de vaccination à grande échelle, à l'échelle de la population d'un pays ou d'un continent. La production de ces vaccins nécessite une maîtrise parfaite des processus industriels et la mise en place d'une traçabilité sans faille. Les technologies d'optimisation et de suivi des processus industriels, à l'image des actions menées dans d'autres secteurs industriels, doivent permettre de disposer de capacités industrielles performantes et sécurisées dans nos pays. À l'instar de ce qui est maintenant mature dans l'industrie – et les cosmétiques –, il est maintenant possible de développer des « jumeaux numériques » rendant compte du comportement de tel organe, et dans un proche avenir d'un ensemble d'organes, face à un traitement ou un médicament. Ces exemples montrent l'efficacité de la combinaison entre savoir-faire et puissance numérique, qui devient une des clés du développement de très nombreux secteurs.

### Le domaine de la nature

Le secteur de l'agriculture et de l'alimentation est un secteur essentiel en termes de production, de qualité, d'environnement et de développement économique. Le numérique se développe à la fois dans les phases de production au sein d'un cadre respectueux de l'environnement et des ressources naturelles et dans celles de transformation de la chaîne agroalimentaire, qui représente une part très importante de la valeur des produits consommés. Les caractéristiques spécifiques du secteur, du fait notamment du caractère aléatoire des productions agricoles et des exigences fortes de qualité et de traçabilité, nécessitent des outils de plus en plus sophistiqués. L'optimisation de ces processus est un objectif essentiel, pour laquelle les technologies

numériques sont l'outil indispensable. Dans le domaine de l'environnement et des ressources naturelles, les outils de modélisation et d'apprentissage par les données vont être au centre des techniques permettant une approche systémique des problématiques environnementales, en particulier pour la gestion et l'exploitation raisonnée des ressources naturelles, pour la gestion des terres et pour l'urbanisation.

### Le domaine de l'industrie

Dans le monde de l'industrie manufacturière, les objectifs majeurs sont de maîtriser la conception des nouveaux produits et services et de disposer d'outils de production permettant une production dans des conditions économiquement acceptables sur nos territoires, pour maintenir ou retrouver notre souveraineté et notre indépendance dans des domaines stratégiques. Le numérique va jouer un rôle fondamental dans plusieurs domaines clés. La fabrication additive est devenue une des composantes majeures de l'industrie du futur. Elle sera sans conteste un atout pour permettre la relocalisation de nombreuses productions manufacturières, à condition de parvenir à une production en grande série et à bas coût, et garantissant la qualité des produits, ce qui passe par la certification des processus de production. Il va falloir concevoir et développer les outils numériques de simulation et d'optimisation pour maîtriser des procédés de fabrication additive en grande série, en associant fournisseurs de ces technologies (imprimantes 3D, logiciels d'impression, techniques de compression de la matière, etc.), industriels utilisateurs et centres académiques. Les matériaux jouent un rôle central dans la conception et la fabrication de nouveaux produits, pour lesquels les spécifications conduisent à requérir des matériaux n'existant pas, ou bien encore à des coûts d'obtention nettement inférieurs à ceux existant sur le marché. Aucun domaine de l'industrie n'échappe à cette problématique, sans parler des restrictions de type ITAR interdisant l'importation de composants sources à l'origine des matériaux. Des programmes doivent être lancés couvrant non seulement la conception et la fabrication de nouveaux matériaux mais aussi leur usage, permettant ainsi de modéliser la fatigue et l'usure du matériau en fonctionnement. Pour relever ces défis les technologies numériques de modélisation et de simulation sont un élément majeur. L'Europe pour gagner son pari de réindustrialisation

**“Les  
accélérateurs  
quantiques  
vont  
permettre  
de gagner  
des ordres  
de grandeur.”**

compétitive doit disposer de la maîtrise totale des outils de modélisation numérique et d'optimisation. Une telle approche optimisée est la condition indispensable pour réimplanter en Europe des procédés de fabrication avec des coûts de fabrication compétitifs, respectueux de l'environnement et frugaux en termes de consommation de matière première et d'énergie. Le DoE américain (*Department of Energy*) subventionne de nombreux projets sur ce thème.

### Le rôle des industriels

Des évolutions de même nature vont se produire dans la plupart des secteurs industriels avec un point central commun : c'est le codesign ou la coconception qui permet de réaliser ces avancées. C'est la collaboration étroite entre un industriel qui dispose d'un savoir-faire et un fournisseur technologique qui permet de définir ensemble les caractéristiques des nouvelles solutions, qui seront forcément d'une nature différente de celles utilisées aujourd'hui. On n'est plus dans l'homothétie ou l'automatisation, les différences sont trop importantes. Et cela s'applique dans les deux sens, les fournisseurs de technologie ont besoin pour déterminer les optimisations d'architecture de leurs futurs produits de comprendre la nature des problèmes posés chez leurs utilisateurs. Ça s'applique aussi bien aux architectures matérielles et logicielles qu'à l'algorithmique et va nécessiter un changement de rôle des industriels : il ne s'agit plus de choisir une offre plutôt qu'une autre, mais de travailler avec des fournisseurs technologiques sur la conception et la mise en œuvre de solutions radicalement nouvelles qui ne sont presque jamais des prolongations de solutions existantes. Quand le numérique, au-delà de la simulation et de la modélisation, intègre l'apprentissage par les données, c'est une nouvelle dimension qui s'ajoute et d'autres vont arriver. L'accélération va se poursuivre : on devrait disposer bientôt d'accélérateurs quantiques permettant de gagner des ordres de grandeur. Les progrès sont tels qu'on va pouvoir travailler sur des modélisations beaucoup plus détaillées, que ce soit en physique ou en biologie, donc nécessitant de nouvelles algorithmiques et de nouvelles architectures. Ce travail doit être fait en commun et certains grands utilisateurs sont prêts à s'engager à participer aux développements. Cela va être la grande affaire des années à venir et l'engagement de l'Europe sera essentiel pour le réaliser. X