

Souveraineté et résilience numérique : mission impossible ?

Par **Olivier BEAUREPAIRE**

Directeur programme Data & CDO, TER-SNCF Voyageurs

Thomas BOLLE

Lieutenant-colonel, officier professeur au centre de formation des dirigeants de l'école des officiers de la Gendarmerie nationale

Sophie LAFON

Directrice adjointe Statistiques et Valorisation des Données, RTE

& Stanislas SMIEJAN

Directeur Marketing, ADISSEO

Mentor de la mission :

Romain NICCOLI,

cofondateur et co-CEO de Pigment

Le présent article synthétise les réflexions de la mission réalisée dans le cadre de la Fondation Nationale Entreprise et Performance, consacrée au thème général de la souveraineté numérique. Les auteurs se sont concentrés sur deux sujets particuliers, l'ordinateur quantique et l'éthique de l'intelligence artificielle, deux sujets sur lesquels les membres de la mission estiment que la France et l'Europe peuvent maintenir leur souveraineté, et montrent, dans leurs recommandations, comment y parvenir et les écueils à éviter.

Les quatre membres de la mission ont réalisé leur enquête sur le thème de la « souveraineté numérique » au cours de l'année 2022 en rencontrant les acteurs du domaine en France et à l'étranger et grâce à des voyages d'étude en Allemagne, en Finlande et en Estonie. L'article qui suit est extrait de leur ouvrage, disponible sur le site de la Fondation Nationale Entreprise et Performance à l'adresse www.fnep.org.

RÉFLEXIONS SUR LA SOUVERAINETÉ NUMÉRIQUE

« Ce sont ceux qui peuvent détruire une chose qui la contrôlent vraiment »¹.

Cette phrase est prononcée par le protagoniste principal de *Dune*, le célèbre roman de science-fiction de Frank Herbert qui y raconte les tentatives de grandes puissances ou d'organisations pour dominer l'exploitation d'une ressource naturelle critique, l'Épice, substance rare produite sur une seule planète de l'univers, et qui ne peut être créée artificiellement.

Ce roman aborde donc, entre autres, le thème de la souveraineté qui trouve son illustration dans au moins deux événements récents : la guerre en Ukraine et la crise sino-taiwanaise.

¹ HERBERT F. (1980), *Dune*, Volume 2, Robert Laffont, ISBN : 2-266-02664-X.

La Russie, sous le coup de sanctions internationales, détenant les plus grandes réserves prouvées de gaz naturel au monde, a brûlé le gaz qu'elle fournissait auparavant aux Européens².

Taïwan, face aux menaces d'invasion par la Chine, a menacé de rendre inopérantes les fonderies de semi-conducteurs du *leader* mondial TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing)³.

Les semi-conducteurs sont l'Épice du roman de Frank Herbert, qui permet, entre autres, aux navigateurs de la Guilde spatiale d'améliorer leurs capacités de vision dans l'avenir. Les semi-conducteurs sont eux essentiels aux nouvelles technologies. Ces composants, produits à Taïwan, et en Corée du Sud ont subi des ruptures d'approvisionnement.

L'Europe, où des millions de véhicules automobiles n'ont pu être fabriqués, a décidé de réagir par le EU Chip Act afin de redevenir un *leader* mondial des semi-conducteurs à l'horizon 2030.

À cette dépendance actuelle, l'Union européenne répond par l'interdépendance, se proposant de « construire une Europe « usine », capable de conquérir une part croissante du marché mondial en pleine expansion », en faisant le choix de financer, à hauteur de plusieurs milliards d'euros, l'installation d'entreprises américaines alors que l'Union dispose de champions européens comme le Franco-Italien ST Microelectronics, l'Allemand Infineon et le Néerlandais ASML (*leader* mondial de la fabrication de machines de photolithographie).

L'avenir dira si l'Union européenne n'a pas troqué sa dépendance pour une autre.

Dans le domaine de la souveraineté numérique, la France et l'Europe semblent donc avoir déjà perdu plusieurs batailles, même si quelques *leaders* mondiaux y ont émergé. Dans le domaine des télécommunications, par exemple, les principaux réseaux sociaux sont Américains ou Chinois, les composants électroniques sont fabriqués en Chine ou à Taïwan, les plus grands systèmes d'exploitation sont Américains.

Cependant, il reste encore au moins deux domaines, identifiés par la mission, dans lesquels la France, au sein de l'Europe, a des cartes à jouer pour maintenir, ou reconstruire, sa souveraineté : le développement de l'ordinateur quantique et l'encadrement de l'éthique de l'Intelligence Artificielle (IA).

L'ORDINATEUR QUANTIQUE, SES ENJEUX, SES RISQUES ET SES OPPORTUNITÉS

Un ordinateur quantique utilise les propriétés quantiques de la matière afin d'effectuer des opérations sur des données. À la différence d'un ordinateur classique basé sur des transistors travaillant sur des données binaires (codées sur des bits, valant 0 ou 1), l'ordinateur quantique travaille sur des qubits⁴ dont l'état quantique peut posséder plusieurs valeurs, ou plus précisément une valeur quantique comportant plusieurs possibilités

² PEZET J. (2022), « Est-il vrai que la Russie brûle depuis juin le gaz qu'elle aurait pu livrer à l'Allemagne », *Libération* (en ligne), 1^{er} septembre 2022, disponible à l'adresse : https://www.liberation.fr/checknews/est-il-vrai-que-la-russie-brule-depuis-juin-le-gaz-quelle-aurait-pu-livrer-a-l-allemande-20220901_YVVQAWYTJZDLNCHJ2OV5ONKZ3I/

³ CRISTIANI J. (2022), « Si Pékin envahit Taïwan, l'économie chinoise sera bloquée », *La Tribune* (en ligne), disponible à l'adresse : <https://www.latribune.fr/economie/international/si-la-chine-envahit-taiwan-son-economie-sera-bloquee-avertit-le-pdg-de-tsmc-leader-mondial-des-semi-conducteurs-927517.html>

⁴ Unité de mesure de l'information en informatique quantique.

simultanées. L'ordinateur quantique promet de révolutionner le calcul. Cette technologie apporte la capacité de résoudre, en quelques minutes, des calculs insolubles aujourd'hui au regard de la vitesse de calcul possible.

Les domaines d'application sont concrets et nombreux. Pour n'en citer que quelques-uns :

- des usages ont d'ores et déjà été imaginés dans le domaine de la métrologie, militaire ou non ;
- les apports pour la médecine et la chimie auront pour finalité la compréhension des mécanismes de maladies et le développement de nouveaux médicaments, adaptés à chaque personne ;
- dans la logistique, le quantique s'attaquera à la résolution de nombreux problèmes, trop complexes pour les algorithmes actuels ;
- une amélioration des performances des systèmes d'IA est attendue, notamment dans l'apprentissage automatique ;
- cependant, et c'est une menace réelle, dans le domaine de la sécurité numérique, l'ensemble des codes de cryptographie actuels, reposant sur des technologies non quantiques, seront susceptibles d'être craqués de manière quasi instantanée.

Concernant la technologie quantique, la France a lancé sa stratégie nationale en 2021, avec un financement public-privé d'un montant de 1,8 milliard d'euros sur cinq ans. C'est moins que l'Allemagne (plus de 2 milliards d'euros) et cinq fois moins que la Chine ou les États-Unis. Néanmoins cette ambitieuse stratégie semble comprendre tous les ingrédients nécessaires à sa réussite : la recherche fondamentale, un écosystème de *start-up*, du capital-risque ainsi que des fonds publics. Elle anticipe l'enjeu stratégique de formation de 5 000 talents en technologies quantiques.

Avec onze lauréats de la médaille Fields, et une dizaine de lauréats du prix Nobel de Chimie et du prix Nobel de Physique, la France se classe parmi les premières nations au niveau mondial. Pour autant, la relève est-elle assurée pour entrer dans la quatrième révolution industrielle ? La baisse importante du niveau des élèves français en mathématiques, la désaffection pour les sciences n'amène, selon une note du ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse de décembre 2020, « que 3 % des élèves au niveau avancé en sciences alors qu'ils sont en moyenne 10 % dans les pays de l'UE et de l'OCDE »⁵.

Le plan d'investissement France 2030 a pour ambition affichée de « développer la compétitivité industrielle et les technologies d'avenir ». Dans ce sens le ministre de l'Éducation nationale a pris la décision de rendre à nouveau les mathématiques obligatoires dans le programme de première générale à partir de la rentrée de septembre 2023 ; cependant certains professeurs pointent du doigt la faiblesse d'activité scientifique sur ordinateur : on peut légitimement se poser la question de savoir si l'ambition de « maîtriser les technologies numériques souveraines et sûres » est réaliste.

De nombreux États ont pris conscience de la criticité de cette technologie pour l'avenir de leur souveraineté. Les États-Unis et la Chine, en premier lieu, rivalisent dans leurs investissements. La France n'est pas en reste dans ce domaine, et dispose d'atouts indéniables. Plusieurs technologies émergent et des choix devront être faits pour réussir à les concrétiser, demain, par la création de vrais champions et une industrie du quantique.

⁵ Note d'information n°20-48 de la direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance, décembre 2020, disponible à l'adresse : <https://www.education.gouv.fr/timss-2019-sciences-au-niveau-de-la-classe-de-quatrieme-les-resultats-de-la-france-en-retrait-l-307821>

Les analyses et les entretiens menés par la mission, ont permis de dégager sept recommandations, afin de donner une chance de construire une place d'avenir au quantique, chacune de ces recommandations permettant de pallier un risque avéré :

Risque de sous financement	Recommandation 1	Concentrer les financements sur les phases d'industrialisation en sélectionnant quelques champions
	Recommandation 2	Ne pas saupoudrer et focaliser l'approche industrielle sur les technologies quantiques les plus proches de la mise en production
Risque du manque ou de perte des talents	Recommandation 3	Définir dès maintenant une stratégie RH du quantique
	Recommandation 4	Encourager les allers-retours public-privé des chercheurs
Risque lié à l'appropriation tardive de la part des entreprises	Recommandation 5	Préparer les entreprises à la transformation quantique
	Recommandation 6	Permettre aux entreprises de disposer des infrastructures nécessaires à l'irruption du quantique
	Recommandation 7	Mettre en place les conditions pour l'industrialisation

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET LES ENJEUX LIÉS À L'ÉTHIQUE

L'ouvrage de la mission 2022 s'intéresse également au sujet de l'intelligence artificielle, comme étant une des technologies de rupture de ces dernières années pouvant avoir un impact majeur sur la souveraineté des États. Le sujet n'est pas nouveau mais les réflexions engagées aujourd'hui autour de l'encadrement de l'IA ont poussé la mission à approfondir cette thématique.

Comment caractériser de manière succincte l'IA ?

L'intelligence artificielle est un domaine de la technologie qui vise à faire en sorte que les machines puissent accomplir des tâches qui nécessitent habituellement de l'intelligence humaine, comme comprendre le langage, résoudre des problèmes ou apprendre par elles-mêmes.

Il y a plusieurs façons d'apprendre pour les machines. L'une des plus courantes aujourd'hui est appelée apprentissage automatique, fondée sur l'exploitation de gigantesques bases de données d'exemples. Récemment, le concept de réseaux de neurones profond, associé à des algorithmes d'apprentissage appropriés, a permis la résolution spectaculaire de tâches réputées complexes.

De très nombreux cas d'usages sont aujourd'hui accessibles aux IA, et pour en citer quelques-uns :

- la reconnaissance vocale et faciale : pour les systèmes de sécurité notamment ;

- les transports : pour l’optimisation des itinéraires et la conduite des voitures autonomes ;
- le commerce électronique : avec la recommandation de produits en ligne et la personnalisation de l’expérience d’achat ;
- la santé : pour *designer* des médicaments, diagnostiquer des maladies, recommander des traitements ;
- la finance : pour les transactions financières complexes et sécurisées, ou encore la recommandation des investissements ;
- le marketing et le *retail* : pour personnaliser les campagnes de marketing, prédire les tendances de consommation, recommander des actions de marketing ;
- l’éducation : pour personnaliser des plans d’étude, détecter des difficultés d’apprentissage, évaluer les performances des étudiants.

À défaut d’être *leader* en matière d’intelligence artificielle, l’Union européenne légifère.

L’intelligence artificielle est un enjeu stratégique pour la France et l’Europe, qu’il est nécessaire de traiter de manière dépassionnée, car il en va de l’autonomie stratégique de l’Union européenne. Cela commence par la parfaite compréhension de ces sujets par nos dirigeants, or, il y a à ce sujet de réelles inquiétudes. Ainsi, l’ancien haut-commissaire à l’énergie atomique, Yves Bréchet, souligne « l’inculture scientifique et technique de notre classe politique », qui les empêche de cerner toute la complexité des problèmes, et l’incapacité des conseillers à apporter des réponses « sur des sujets qu’ils ne maîtrisent généralement pas ».

Risque de manque de confiance	Recommandation 8	Définir et déployer une stratégie <i>open source</i>
Risque de données	Recommandation 9	Créer un comité éthique pluridisciplinaire de l’IA ^a
Risque de manque de compétences des futurs travailleurs de l’IA en entreprise	Recommandation 10	Démarrer la formation continue sur le quantique et l’IA en entreprise

^a Note de la rédaction des *Annales des Mines* :

Le ministre chargé du Numérique a mentionné dans le numéro de juin 2023 d’*Enjeux numériques* consacré aux mondes virtuels : « J’ai saisi le comité national d’éthique du numérique sur un projet pilote en 2019. Il a été pérennisé cette année par le président de la République, et le comité rendra cet été un avis sur l’éthique de l’IA et des agents conversationnels comme ChatGPT. De même, nous pourrions envisager de le saisir également sur la notion de mondes virtuels ». À la lumière de ces évolutions, la recommandation pourrait consister à faire référence à ces travaux du comité national d’éthique du numérique.

L’éthique de l’IA fait également l’objet d’auto saisine d’organismes internationaux. Cela a été le cas à l’Unesco avec une recommandation de 193 États en novembre 2021. Le 7 mai 2023 a donné lieu à une déclaration des ministres du G7 en vue de l’adoption d’une réglementation sur l’intelligence artificielle « fondée sur le risque » et qui devrait également « préserver un environnement ouvert et propice » au développement des technologies d’intelligence artificielle et se fonder sur les valeurs démocratiques.

Dans le cas de l’intelligence artificielle, l’Union européenne, qui pense avant tout à légiférer, met davantage en avant les problèmes d’éthique et de gouvernance que le potentiel

que l'on peut tirer de l'IA et devient le champion de la régulation à défaut de l'innovation. Elle assiste en spectateur au duel entre la Chine et les États-Unis qui dépensent davantage que les deux milliards d'euros annoncés par la Commission. La vision à long terme doit changer radicalement afin de sensibiliser le public par une vision positive et non biaisée.

Là encore, les États ont bien identifié le sujet et ont proposé, notamment en Europe avec « L'AI Act », cadre réglementaire pour tenter de juguler une partie des risques que l'IA pourrait représenter sur la souveraineté. Au-delà de ce cadre, la réflexion menée par la mission a permis de proposer trois recommandations pour remédier à certains risques majeurs et contribuer à maintenir la souveraineté de la France et de l'Europe dans le contexte du déploiement accéléré de l'IA.

L'ouvrage de la mission n'a pas vocation à être exhaustif, mais ses conclusions pourraient aider le régulateur et le législateur dans le soutien au développement absolument critique d'une industrie de l'ordinateur quantique compétitive en France, au développement et à l'encadrement de l'industrie de l'IA, et inspireront peut-être les entreprises.