

Pour une politique industrielle du numérique

par

■ **Gérard Roucairol** ■

Président honoraire de l'Académie des technologies

■ **Pierre Bitard** ■

Directeur de projet à l'ANRT

En bref

La transformation numérique se joue dans trois “mondes” différents : le monde réel, où il s'agit d'intégrer des capteurs, des processeurs, des calculateurs, aux produits, aux machines, aux individus, aux organisations... ; le monde de la connectivité et des télécommunications ; le monde de l'intermédiation. Dans le premier monde, la France et l'Europe tiennent leur place ; dans le deuxième, elles sont très peu représentées ; le troisième est dominé par les GAFAs, qui s'appuient sur des infrastructures colossales. Or, c'est dans ce troisième monde qu'est réalisé l'essentiel de la création de valeur. Les pistes proposées par Gérard Roucairol et Pierre Bitard consistent, notamment, à jouer de la régulation pour ménager une place à l'industrie européenne dans la transformation numérique, que ce soit par l'évolution de l'environnement réglementaire (commercial, fiscal et social) pour les marchés bifaces et multifaces de type Uber, par l'émergence de certifications pour l'informatique prédictive, ou encore par la création d'un label européen de sécurité *by design* pour les logiciels.

Compte rendu rédigé par Élisabeth Bourguinat

L'Association des Amis de l'École de Paris du management organise des débats et en diffuse les comptes rendus, les idées restant de la seule responsabilité de leurs auteurs. Elle peut également diffuser les commentaires que suscitent ces documents.

Le séminaire Management de l'innovation est organisé avec le soutien de la Direction générale des entreprises (ministère de l'Économie et des Finances) et grâce aux parrains de l'École de Paris (liste au 1^{er} novembre 2018) :

Algoé¹ • Caisse des dépôts et consignations • Carewan¹ • Conseil régional d'Île-de-France • Danone • EDF • Else & Bang • ENGIE • FABERNOVEL • Fondation Roger Godino • Groupe BPCE • Groupe OCP • GRTgaz • HRA Pharma² • IdVectoR² • IPAG Business School • La Fabrique de l'industrie • Mairie de Paris • MINES ParisTech • Ministère de l'Économie et des Finances – DGE • Renault-Nissan Consulting • RATP • SNCF • Thales • UIMM • Ylios¹

1. pour le séminaire Vie des affaires
2. pour le séminaire Management de l'innovation

Gérard ROUCAIROL : Je vais vous présenter les réflexions d'un groupe de travail qui s'est réuni tout au long de l'année 2017 et a publié en mars 2018 un livre blanc intitulé *Pour une politique industrielle du numérique*. Ce groupe comprenait de grandes entreprises françaises et internationales, mais aussi des ETI, des start-up ainsi que des représentants du monde de la recherche publique.

Une approche globale et centrée sur les infrastructures

La plupart de ceux qui se sont intéressés avant nous à la *transformation numérique* – terme que je préfère à celui de *transition numérique* – ont eu tendance à aborder le phénomène de façon partielle. Ils se sont centrés sur une technologie (par exemple l'intelligence artificielle ou l'internet des objets) ou sur l'évolution d'un secteur d'activité (l'industrie manufacturière, la santé, la mobilité...), mais ont rarement adopté une approche vraiment globale de cette transformation. Pour notre part, nous avons eu l'ambition de développer une approche systémique couvrant l'ensemble des technologies et des secteurs d'activité, et d'essayer de comprendre ce qui fait l'essence de cette transformation numérique.

Ceci nous a conduit à aborder, dans un premier temps, une question qui paraît décisive si nous voulons que notre pays soit bien positionné dans la compétition mondiale, à savoir celle des infrastructures qui sont générées par la transformation numérique et qui peuvent à leur tour orienter celle-ci.

Qu'est-ce que la transformation numérique ?

La transformation numérique repose sur l'imbrication et l'intégration de plusieurs ruptures technologiques fondamentales, à la fois dans les composants, les télécommunications et les logiciels. Ces ruptures façonnent les infrastructures qui provoquent et accompagnent cette transformation.

Les composants

Pendant trente à quarante ans, le développement de l'informatique a suivi la loi de Moore, c'est-à-dire le doublement du nombre de transistors par centimètre carré de silicium tous les dix-huit mois. Cette miniaturisation croissante s'accompagnait d'une vitesse accrue de traitement des informations et d'une diminution de la consommation énergétique.

Depuis 2006, on observe un ralentissement : désormais, la multiplication du nombre de transistors par deux ne se fait plus en dix-huit mois, mais peut prendre jusqu'à trois ou quatre ans. De plus, la miniaturisation a atteint de telles proportions (la finesse de gravure est actuellement de 14 nanomètres en production industrielle et descendra bientôt à 7 nanomètres) qu'apparaissent désormais des phénomènes de courants de fuite, dont la quantité augmente avec le nombre de transistors sur une même puce. Ces phénomènes provoquent une stagnation, voire une augmentation de la consommation énergétique qui accompagne la miniaturisation, à surface constante de silicium. Enfin, la progression de la performance des processeurs ralentit également, car on ne peut guère aller au-delà des fréquences actuelles, qui sont de 3 à 4 gigahertz. L'époque où, tous les dix-huit mois et pour le même prix, les nouveaux processeurs travaillaient deux fois plus vite que les précédents, est révolue. Si l'on atteignait une fréquence de 10 gigahertz, la chaleur dissipée sur 1 centimètre carré de silicium serait la même que sur 1 centimètre carré de soleil...

Faute de pouvoir franchir ce "mur de la performance" au niveau d'un processeur et afin de continuer à proposer des équipements toujours plus puissants, la parade consiste à multiplier le nombre de microprocesseurs sur la même puce de silicium. Ces puces "multicœurs" vont permettre de "paralléliser" certaines opérations réalisées

par l'ordinateur et ainsi de gagner considérablement en performance, ce qui représentera une rupture majeure dans cette industrie. Toutefois, 98 % des logiciels actuellement utilisés sur la planète sont conçus pour un fonctionnement séquentiel sur monoprocesseur et incapables de tirer parti du parallélisme offert par les puces multicœurs. Pour qu'ils en bénéficient réellement, il faudra entièrement les reconcevoir.

Par ailleurs, la sophistication des technologies utilisées rend la fabrication de circuits intégrés très onéreuse. Une usine de circuits intégrés coûte désormais 20 milliards de dollars et elle est très difficile à rentabiliser. Ceci explique les bouleversements qu'a connus l'industrie des semi-conducteurs, la concentration du nombre d'acteurs et la domination que se sont assurée les États-Unis et l'Asie en la matière.

Les télécommunications

La deuxième grande rupture technologique est celle qu'a connue l'industrie des télécommunications, grâce à une standardisation mondiale autour de l'IP (*Internet Protocol*) et à l'accroissement spectaculaire de la vitesse de transmission. Demain, avec la 5G, on pourra transférer sur son téléphone mobile 10 gigaoctets d'informations par seconde, soit l'équivalent de 2 500 livres de 200 pages. Avec un ordinateur fixe, on pourra envoyer jusqu'à 1 téraoctet par seconde, soit 250 000 livres de 200 pages, c'est-à-dire l'équivalent de la totalité du contenu de la Bibliothèque nationale de France en moins d'une minute et avec une couverture planétaire.

Les logiciels

La troisième grande rupture concerne les logiciels et la notion de *programmabilité* généralisée du Net. À partir de 2007, l'industrie s'est organisée pour considérer Internet comme une machine globale programmable, tous les ordinateurs connectés jouant le rôle de processeurs de cette gigantesque machine.

Un autre aspect de cette rupture est la généralisation de l'*open source*, c'est-à-dire la mutualisation du développement des logiciels, qui permet de faire toujours plus à moindre coût. Aujourd'hui, par exemple, tous les serveurs Web du monde utilisent le logiciel Apache, qui a été conçu en *open source*.

Un double mouvement "tectonique"

L'imbrication de ces trois grandes ruptures se traduit par un double mouvement "tectonique" dans les infrastructures.

Le premier mouvement est un phénomène de dissémination des capacités de calcul partout dans le monde et dans tous les objets : il ne s'agit plus seulement des téléphones et des ordinateurs, mais de tous les objets de la vie courante ou industriels, qui peuvent désormais être dotés de capteurs et de processeurs.

Le deuxième mouvement est un phénomène de concentration du traitement des données dans des lieux de type *cloud* ou *data centers*, qui peuvent comprendre des millions de cœurs de processeurs. L'un des enjeux actuels de la recherche est de mettre au point une nouvelle génération de supercalculateurs capables de réaliser une performance de l'ordre de l'*exaflop*, soit un milliard de milliards d'opérations par seconde. La puissance de cette machine équivaldrait à celle de 120 millions de PC monoprocesseurs.

Ces deux mouvements de dissémination et de concentration semblent s'opposer, mais ils s'alimentent mutuellement.

Un modèle d'analyse de la transformation numérique

Notre modèle d'analyse de la transformation numérique part de l'idée que nous avons affaire à trois mondes différents. Le premier est le monde réel, avec des individus, des machines, des organisations, des objets physiques de toute sorte. Le deuxième est celui de la connectivité, qui communique avec le monde réel à travers le standard IP. Le troisième est un nouveau monde, celui des intermédiaires : c'est dans ce monde qu'émergent des plateformes telles que Google, Amazon ou Facebook, qui concentrent des volumes de données et des puissances de calcul