

## 20.

### Renouer avec le progrès technique

*La crise a accentué le ralentissement du progrès technique qui était amorcé en amont, déclassant une partie des salariés et des capitaux, et freinant le rythme d'investissement, provoquant la chute de la productivité globale des facteurs. La division par deux du rythme du progrès technique observée en Europe obère la croissance future et crée les conditions d'une décennie perdue à la japonaise. Il s'agira tout d'abord d'établir un constat de ce ralentissement. Quelle croissance de la productivité des facteurs peut-on attendre? La perte de productivité en niveau peut-elle être rattrapée? L'Europe est-elle condamnée à avoir une place réduite en matière d'innovation; faut-il privilégier des solutions européennes ou associer des partenaires extra-européens pour sortir de cette situation? Comment peut-on accélérer la diffusion des nouvelles technologies dans nos sociétés, y compris dans le secteur public? Comment favoriser la réallocation des ressources des secteurs à faibles gains de productivité vers les secteurs à forte productivité: rôle des marchés (la question du financement), rôle des politiques publiques (par exemple l'éducation)?*

#### Introduction du Cercle des économistes

Lionel Fontagné

#### Contributions

Jacques Attali • Michel Derdevet • Clara Gaymard • Nobuyori Kodaira  
Philippe Lazare • Andrew McAfee

#### Modération

Bruna Basini

## Pour une vision prospective du progrès technique

Lionel Fontagné

La croissance économique s'appuie sur la disponibilité de la main-d'œuvre, sa qualification, le capital physique, l'énergie ainsi que sur la variation de l'efficacité dans l'utilisation de ces ressources (le progrès technique). Seul ce progrès dans l'efficacité de la combinaison des facteurs de production (c'est-à-dire la productivité globale des facteurs) permet l'accroissement de la rémunération des facteurs utilisés et donc l'élévation du niveau de vie. De surcroît, dans une économie avancée engagée dans la compétition internationale, le rythme de la productivité globale des facteurs, comparativement à celui des pays concurrents, détermine *in fine* le maintien – ou non – de l'avance en termes de niveau de vie.

Le progrès technique dans les économies européennes s'est récemment ralenti en raison de la combinaison d'un comblement partiel de l'écart séparant du leader technologique (les États-Unis), d'une moindre diffusion des technologies de l'information et de la communication, d'un investissement massif dans les «mauvais» secteurs (la bulle immobilière ou plus généralement les activités abritées), d'un possible durcissement des conditions de crédit et enfin de la crise ayant stérilisé beaucoup de ressources et donc réduit le niveau global d'efficacité (capital déclassé, accroissement du chômage structurel et déclassement des qualifications, etc.). Cela crée en Europe les conditions pour une décennie perdue à la japonaise avec un taux de croissance d'un demi point par an au maximum. Le taux de croissance potentiel de la zone euro est déjà revenu à 0,9 % en moyennes sur la période 2008-2012, contre 2,2 % sur la période 2000-2007.

La question ne se limite pas à l'Europe. On peut tout d'abord s'interroger, avec Robert Gordon, sur l'épuisement de la grappe technologique ayant porté la croissance de la PGF aux États-Unis de 1996 à 2004 (les technologies de l'information et de la communication), un évènement unique depuis le premier choc pétrolier. Plus spécifiquement la loi de Moore s'applique-t-elle toujours? N'y a-t-il pas des limites physiques au gain de puissance des micro-processeurs? Les optimistes évoquent la robotique. Mais les premiers robots industriels datent de 1961 (chez General Motors), tandis que la première usine flexible en Europe dans l'automobile apparaît exactement vingt ans plus tard (PSA-Fiat, SEVEL). Pour Andrew McAfee, la période depuis 2004 n'a pas de sens, puisqu'elle inclut la crise et l'impact négatif de celle-ci sur la PGF. Ce ne sont pas les robots qui comptent, mais l'intelligence artificielle, l'apprentissage par les robots, leur capacité à manipuler des formes souples... et ces technologies vont pouvoir se répandre très vite grâce à des infrastructures qui n'étaient pas disponibles auparavant (le wifi, la fibre, les réseaux cellulaires, l'équipement des individus en terminaux de poche). La *google car*, ou encore *Pepper*, le robot Aldebaran doté d'émotions, sont des exemples significatifs de cette accélération.

Une question plus macroéconomique concerne l'ensemble des pays avancés, même si elle prend un tour aggravé en Europe. Nous voulons parler de l'hypothèse de stagnation séculaire avancée par Larry Summers. Il s'agit ici d'un déséquilibre entre l'épargne qui s'accumule (dans les profits de quelques champions comme Google, ou dans les mains du percentile le plus riche, s'agissant des individus) et l'insuffisance des opportunités d'investissement offrant une rentabilité suffisante. Dans ces conditions, le succès de la politique monétaire accommodante aux États-Unis avant la crise, est le reflet de la seule dynamique possible, celle de bulles spéculatives en l'absence d'une demande suffisamment soutenue sinon. Et après l'éclatement de la bulle, des taux d'intérêt nuls ne suffisent pas à restaurer la prospérité et le plein emploi.

L'analyse de la contribution respective du ralentissement du progrès technique et du ralentissement de l'accumulation de facteurs suggère en réalité que la crise n'a pas causé le ralentissement du progrès technique: la crise a aggravé un ralentissement (probablement temporaire, avant que les *Google car* et robots *Pepper* ne prennent la relève de nos stupides ordinateurs) du progrès technique; un ralentissement antérieur au déclenchement de la crise, limitant les opportunités d'investissement en dehors de ce qui allait être une bulle spéculative. Cette séquence est d'ailleurs typique des crises profondes. Un ordre de grandeur du phénomène est que le progrès technique a été réduit en moyenne de moitié au final pour revenir à un demi pour cent par an en Europe. Dans ces conditions, sans accélération de l'investissement, sans augmentation de la participation au marché du travail, la décennie perdue est devant nous.

Les dés sont-ils pourtant jetés? Une analyse plus micro-économique suggère quelques pistes pour sortir de cette situation. Le progrès technique, mesuré au

## *20. Renouer avec le progrès technique*

niveau global, est en réalité le résultat de plusieurs forces : la plus ou moins grande présence des secteurs à forts gains de productivité dans l'économie nationale (effet de composition), l'application du progrès technique dans l'ensemble des secteurs (effet de diffusion), la capacité à réorienter les ressources (hommes, talents et capitaux) vers les secteurs à plus forte productivité (effet de réallocation). L'Europe est peu spécialisée en moyenne dans les technologies nouvelles, même si des exceptions existent, ce qui reflète ses avantages dans les technologies incrémentales plutôt que Schumpétériennes. L'effet de composition n'est donc pas favorable. L'Europe a des marchés de facteurs assez rigides, et peine à financer les nouveaux secteurs et les entreprises de petite taille qui pourraient devenir les champions de demain. Le top 50 des champions européens se renouvelle moins vite que celui des États-Unis. L'effet de réallocation est donc freiné. Enfin, s'agissant de la diffusion, l'Europe – avec de fortes différences d'un pays et d'un secteur d'activité à l'autre – ayant pris du retard les effets de rattrapage devraient jouer en sa faveur.

Cette session se propose donc de réfléchir à ces quatre dimensions : constat et effets de composition, diffusion et réallocation, en adoptant sur ces trois derniers points une vision prospective.

## La réalité n'est pas dans les chiffres

**Jacques Attali**

PlaNet Finance

Une étude universitaire américaine qui vient de paraître, fait un parallèle entre le débat actuel sur le progrès technique et ce qui se passait en Europe entre 1750 et 1780. À l'époque, on disait qu'il n'y avait pas de progrès technique, que rien ne bougeait; parallèlement, paraissait *L'Encyclopédie* dirigée par d'Alembert et Diderot. Les chercheurs se sont employés à identifier les acheteurs de l'Encyclopédie – environ 3 000 personnes – et ce que ces gens ont fait de leur vie. Ils se sont rendu compte que vingt ans plus tard, ces acheteurs étaient les principaux entrepreneurs qui ont mené la révolution industrielle. On n'avait rien vu au moment où l'Encyclopédie est sortie – l'ouvrage était d'ailleurs censuré. C'est pourtant de là qu'est partie la révolution industrielle.

Je fais cette remarque car il me semble que si les économistes se contentent de quantifier les choses, ils ne comprendront rien à ce qui se passe. Ce n'est pas dans les chiffres que se trouve la réalité, mais dans des changements sociaux profonds, qui relèvent des évolutions des mentalités et des prises de conscience. Le progrès technique, c'est des idées, et les idées n'obéissent pas aux lois classiques de l'économie. Si j'ai un verre d'eau et que je vous le donne, je ne l'ai plus; si j'ai une idée et que je vous la donne, je l'ai encore. C'est donc radicalement inverse à la logique de l'économie. C'est par là qu'il faut entrer pour essayer de comprendre.

Bien sûr, le progrès technique, au sens étroit, signifie trouver les moyens de faire la même chose avec moins d'efforts, moins de travail, moins d'énergie. Cela relève alors de l'économie classique. Les trois vagues principales de progrès technique ont consisté à faire avec moins d'efforts successivement le transport (chemin de fer, automobile, etc.), l'équipement

ménager et la science de l'information. Pour faire court, le transport correspond aux activités essentielles pour l'homme ; les biens d'équipement ménager correspondent à la famille, à la femme telle qu'elle était restreinte dans son rôle antérieur ; la nouvelle vague concerne les enfants, qui sont progressivement libérés par les technologies de l'information. Le progrès technique a donc historiquement libéré les hommes, il est en train de libérer les femmes et libère progressivement les enfants.

► **Cinq domaines pour l'innovation**

Bien d'autres choses s'annoncent à l'horizon. Dans vingt ans, ceux qui auront prétendu qu'il n'y a pas de progrès technique seront aussi ridicules que ceux qui le prétendaient en 1750. Il y a beaucoup de progrès technique à réaliser dans au moins cinq directions.

La première est d'effectuer les métiers dont je viens de parler (transports, biens d'équipement ménager, information) encore plus rapidement qu'aujourd'hui. Cela relève des économies d'énergie, de la productivité traditionnelle.

La deuxième direction concerne les technologies de l'information, où tout n'a pas encore été inventé, loin de là. La loi de Moore est encore valable pour au moins vingt ans. Le web sémantique n'est pas encore là, alors que c'est certainement la vague de fond la plus importante. La radio-identification (RFID), l'internet des objets, le *cloud computing* commencent à peine. Le *parallel processing* ne fait que débiter.

Le troisième domaine qui va être essentiel est la génomique, qui s'appuie sur les technologies de l'information et qui va permettre de transformer radicalement l'élevage, l'agriculture et la santé.

Viennent ensuite les nanotechnologies, qui vont créer le lien entre biotechnologie et science de l'information, pour transformer la nature même des objets, des matériaux et des composants. Le phénomène commence déjà.

La cinquième vague, qui va unifier tous ces progrès, concerne les neurosciences, qui vont permettre de comprendre la maîtrise du cerveau et l'interaction entre l'homme et la machine.

► **Quid de l'éducation et de la santé ?**

En-dehors des progrès classiques qu'on peut attendre de ces innovations technologiques dans les domaines connus, il y a deux grands domaines pour lesquels elles vont tout changer, deux domaines dans lesquels nous avons beaucoup de mal à faire la même chose avec moins d'efforts : l'éducation et la santé. Il faut toujours à peu près 2 000 heures pour apprendre une langue ; il faut toujours le même temps, et j'espère qu'il faudra toujours le

même temps, pour donner naissance à un enfant. Or, dans ces domaines, de nombreux aspects pourraient s'améliorer nettement s'ils bénéficiaient des progrès techniques.

Le progrès dans les technologies de surveillance, d'abord, qui concernent d'abord la santé mais s'étendent à la prévoyance, à l'assurance et vont jusqu'au guidage des voitures, vont être un immense vecteur de transformation des sociétés.

Le deuxième grand domaine de progrès rassemblera la distraction, l'éducation et l'information. Nous serons tous en situation d'éducation, en permanence, tout au long de la vie. Nous serons tous des intermittents du spectacle. Notre situation, en mouvement perpétuel, exige que le lien entre éducation, formation, distraction et information finisse par se casser. Vous le voyez déjà aujourd'hui: quand quelqu'un a un téléphone à la main, vous ne savez pas s'il est en train d'apprendre, de travailler, de se distraire ou d'acheter. Cela explose tous les concepts économiques classiques.

Si j'avais une seule recommandation à faire aux différents États et gouvernements en matière d'éducation, ce serait de changer l'éducation dès l'école maternelle, de façon à ce que chacun devienne un créateur, et si possible un créateur de sa propre vie.

## L'électricien du futur

**Michel Derdevet**

ERDF

Le secteur de l'énergie est en profonde mutation. Dans notre pays, on n'envisage souvent l'énergie qu'à travers la problématique de l'offre: est-on pour le nucléaire ou pour les énergies renouvelables? C'est un peu court! En tout cas, c'est oublier le point central: les réseaux et les infrastructures, qui vont être profondément challengés par la transition énergétique en marche et qui vont devoir transformer, notamment avec l'arrivée des énergies renouvelables.

Aujourd'hui, en France, 30 000 nouveaux producteurs d'énergies renouvelables sont raccordés tous les ans au réseau de distribution, basse ou moyenne tension. C'est considérable! Car de ce fait, ce réseau de proximité –basse et moyenne tension– passe ainsi d'un fonctionnement descendant, distribuant verticalement l'énergie produite de manière centralisée, en un formidable réseau de collecte d'énergies nouvelles, renouvelables, dispersées dans l'espace et fortement diffuses. Cette tendance va se prolonger, et dans les décennies à venir, les sites de production vont être de plus en plus éloignés des villes et il faudra des infrastructures pour amener l'énergie produite dans ces mêmes villes. La thématique des villes durables passe donc aussi par les réseaux.

Le deuxième élément de changement profond vient du fait que le client, le consommateur, va interférer et interagir de plus en plus avec le réseau. Ainsi, le faux débat à la française sur énergie nucléaire ou énergies renouvelables – il est clair qu'il faudra articuler les deux afin de lutter contre le réchauffement climatique – doit être un peu sublimé, élargi.

### ► Des progrès à petits pas

Aujourd'hui, en termes de réseau énergétique, le progrès technique se matérialise peu par des «ruptures». Dans le domaine de l'électricité, le



pas majeur que tout le monde attend concerne le stockage; mais entre temps, les évolutions se traduisent par petits pas. Par exemple, tous les ans, 1 000 MW de plus – l'équivalent d'une centrale nucléaire – venant d'énergies renouvelables diffuses, réparties sur le territoire, sont raccordés au réseau. Nous en sommes maintenant à l'équivalent de treize centrales nucléaires raccordées en puissance au grand système électrique français. Vous ne pouvez comprendre les flux d'électricité entre les pays européens que si vous intégrez ces grands mouvements.

Tout cela a été effectué depuis dix ans grâce à une adaptation technique et technologique intelligente de la part des gestionnaires de réseaux. Un certain nombre de fondamentaux a dû être adapté, petit à petit, pour intégrer ces évolutions. Nous avons ainsi installé cent mille automates sur le réseau moyenne tension, qui profitent à la production et dont l'impact sera plus grand encore en 2021, lorsqu'ils profiteront au client par un comptage intelligent réparti dans chaque foyer.

Le défi est de pousser encore plus loin l'intégration des technologies de l'information et des télécommunications. Elles représentent en Europe 25 % de la croissance: c'est donc un formidable moteur de développement au niveau européen. Les *key enabling technologies* devront également être intégrées, nanotechnologies, micro-électronique, photonique, matériaux avancés... Cela changera profondément notre métier traditionnel d'électricien et nécessitera des phases d'expérimentation. Il y aura des incertitudes, des avancées mais aussi des reculs. C'est ainsi que le système électrique va petit à petit se moderniser.

Comment envisager la gouvernance de cet effort de R&D? D'abord en maintenant le poids de l'État, qui est une valeur sûre et représente 40 % du soutien à la R&D. On voit bien cependant que les ressources de l'État vont diminuant et, par ailleurs, qu'énormément d'initiatives de R&D sont menées par des PME et des PMI. La réussite naîtra donc aussi, sans doute, de notre capacité à combiner l'action de l'État et des grandes entreprises publiques, avec les initiatives locales. Ce n'est pas simple car cela implique une gouvernance trans-territoriale nouvelle, renvoyant dos à dos ceux qui ont une vision trop jacobine et ceux qui pensent que, d'un seul mouvement girardin, on peut bousculer tout ça. Il faudra faire preuve d'imagination.

#### ► Et l'Europe?

Il est de bon ton de critiquer la politique européenne de l'énergie, ou son absence. Pourtant, dans ces domaines de R&D, comment ne pas envisager la solution, pour un pays comme la France, comme européenne? La maille critique est au minimum de taille européenne, si ce n'est mondiale. Aujourd'hui, les programmes de R&D européens sont malheureusement

## *20. Renouer avec le progrès technique*

pauvres en général et très pauvres sur les sujets énergétiques. Mais le Parlement européen vient d'être renouvelé, une nouvelle commission s'installe; le président de la République et Jacques Delors ont à plusieurs occasions appelé de leurs vœux une communauté européenne de l'énergie. Il faut que le dossier de R&D soit mis en haut de la pile de ces sujets européens. Le repli souverain, ou la démarche de dépôt de brevet au niveau national pour se protéger du voisin, tout cela est complètement archaïque. Lorsque le brevet européen sera créé début 2016, alors nous pourrons challenger les Chinois et les Américains.

## L'Internet industriel

Clara Gaymard

GE

Un magasin doté d'un hologramme capable de scanner les yeux des consommateurs pour les identifier et leur proposer des articles en fonction de leurs derniers achats, c'est ce qu'avait imaginé Steven Spielberg dans le fameux *Minority Report* (2002), qui se déroule dans le Washington de 2054. Aussi révolutionnaire que soit son intuition il pourrait s'être trompé sur un point : nous n'aurons probablement pas à attendre près d'un demi-siècle pour voir notre environnement se remplir d'objets connectés. Selon un rapport de *BI Intelligence*, d'ici quatre ans il y aura plus d'objets connectés que d'hommes. Les tendances à quinze ans sont encore plus considérables : l'Idate prévoit 80 milliards d'objets connectés agissant en réseau pour rendre les villes plus intelligentes et notre quotidien plus facile en 2020. Si bien que la qualification de *Internet of Things* («Internet des choses») semble déjà dépassée par l'expression *Internet of Everything* (le «tout-Internet»).

Chez GE, nous avons l'intime conviction que nous sommes entrés dans une nouvelle ère, celle de l'Internet Industriel. Nous nous trouvons au point de rencontre de deux évolutions majeures de notre histoire moderne : la révolution industrielle et la révolution Internet. À partir du milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle, machines et usines ont permis de réaliser d'importantes économies d'échelle et de gamme, à la fin du XX<sup>e</sup> siècle, les capacités informatiques ont rendu possible l'accroissement des réseaux de distribution d'information, au XXI<sup>e</sup> siècle, l'alliance des machines et de l'information verra se développer des systèmes informatisés d'analyses prédictives et automatisées. Aujourd'hui, alors que les effets en termes de productivité de la révolution des technologies de l'information et de la communication semblent s'essouffler, le digital vient réinventer l'industrie. Il s'agit ni plus

ni moins d'introduire l'intelligence du réseau dans des objets qui seront dorénavant capables de dialoguer entre eux et avec les humains.

L'économiste américain Jérémy Rifkin parle de «troisième révolution industrielle», affirmant que la combinaison de l'Internet des choses et des énergies renouvelables pose les bases d'une croissance durable pour le XXI<sup>e</sup> siècle. L'impact de l'Internet Industriel pourrait être encore plus profond que celui de la révolution industrielle. Les machines, maintenant équipées de capteurs électroniques sont capables de récolter des volumes considérables d'information. Des outils analytiques permettent de dégager tendances et idées. L'alliance du *data* et de l'analyse est une source potentielle de croissance considérable via l'optimisation des performances et l'accroissement de l'efficacité. Ainsi, dans le rapport *Industrial Internet: pushing the boundaries of minds and machine*<sup>1</sup>, nous avons montré que l'Internet Industriel pouvait avoir pour effet une croissance de la productivité du travail aux États-Unis de 1% à 1,5%. L'adaptation de l'activité mondiale conduirait d'ici 2030 à une augmentation du PIB mondial de 10 000 à 15 000 milliards de dollars – soit l'équivalent du PIB actuel des États-Unis dans le scénario le plus optimiste.

Que ce soit des avions qui gèrent eux-mêmes leur maintenance ou des éoliennes capables de se programmer toutes seules, il s'agit d'enclencher un cercle vertueux engendrant économies, croissance et création d'emplois. Chez GE, nous mettons en avant ce qu'on appelle le *Power of 1%*. Que se passerait-il si l'Internet industriel était capable d'augmenter l'efficacité d'un certain nombre de secteurs de 1%? Les résultats parlent d'eux-mêmes: une réduction de 1% des dépenses de capital économiserait 90 milliards de dollars dans le pétrole et le gaz, une réduction de 1% des inefficacités du système économiserait 60 milliards de dollars dans la santé et une augmentation de 1% des économies de carburant économiserait 60 milliards de dollars dans l'énergie et 30 milliards de dollars dans l'aviation. Nous avons d'ailleurs déjà pu en faire l'expérience avec notre application «hôpital du futur» qui offre un suivi et contrôle automatique des patients, médecins, infirmiers et équipement médical: le temps d'attente des patients s'est réduit de 70%.

Cette efficacité accrue provient, en plus de la réduction des coûts de production induits par la hausse de la productivité, des économies de ressources. L'Internet Industriel offre la promesse d'un système plus performant d'allocation des ressources. Nouvel enjeu d'un nouveau siècle, la gestion de la rareté devient une source de croissance durable.

---

1. GE, *Industrial Internet: pushing the boundaries of minds and machine*, novembre 2012. <http://files.gereports.com/wp-content/uploads/2012/11/ge-industrial-internet-vision-paper.pdf>

La transformation de nos modèles traditionnels de production s'accompagne de changements sociétaux profonds. Ainsi, cette révolution pose la question de notre adaptation. Un certain nombre d'emplois sont nécessairement voués à disparaître. Mais loin du fantasme orwellien de la toute-puissance des machines dans un *1984* totalitaire, l'homme reste au cœur d'une révolution où il contrôle des machines intelligentes en vue de l'amélioration de sa condition. Ceci nécessite donc de nouvelles compétences comme celles des *data scientists*, capables de faire le lien entre les données analysées et les cercles de prise de décision. L'État a ainsi un double rôle à jouer dans cette transition, à la fois en assurant l'émergence de nouvelles formations nécessaires à la création de nouveaux emplois – accent mis sur les compétences plus que les connaissances, réorganisation des enseignements autour des valeurs de créativité et de travail en équipe – et en assurant un niveau de vie minimum aux salaires les plus bas.

Il devra également satisfaire à une condition indispensable à la réalisation de cette nouvelle révolution : développer un écosystème favorable à l'innovation, sans laquelle il serait impossible de renouer avec le progrès technique. En particulier, il devra s'assurer de l'existence de règles incitatives au partage durable du data et de l'information. En effet, cette révolution est fondée sur les logiques de circularité, de collaboration et d'ouverture, et dépendra de notre capacité à adopter un modèle nouveau de co-création. Ainsi, la pratique verticale et hiérarchique du pouvoir est remplacée par une logique horizontale de mise en réseau de l'entreprise. La maîtrise élitiste de l'information et du savoir laisse la place au partage de la connaissance et à la prise en compte de tous les points de vue. L'innovation ouverte participe à cette démarche et doit être encouragée. C'est, aujourd'hui, ce qui permet à une entreprise centenaire comme GE d'innover au quotidien.

Si on veut renouer avec le progrès il faut avant tout transformer notre façon de penser et ne plus avoir peur d'échouer. Autrement dit, il faut renouer avec l'adage de Thomas Edison : « Je n'ai pas échoué. J'ai simplement trouvé 10 000 solutions qui ne fonctionnent pas ».

## Innovation in Japan

**Nobuyori Kodaira**

Toyota Motor Corporation

Concerning technical progress and total factor productivity, a 2013 white paper on the international economy and trade suggests that TFP has tended to decline in most advanced countries in recent years. However, we cannot say for certain whether this decline in TFP growth and the stagnation of the world's technical progress are permanent. Japan's TFP has fallen every year since 1990, except between 2000 and 2004. Several factors have been identified as causes of the decline in Japan's TFP.

Turnover of companies in both the manufacturing and service sectors is less active than in other countries such as the US and UK. Japan's R&D expenditure as a percentage of GDP is high compared with other countries, but efficiency is lower than in Germany and the US, and has been falling for the past 20 years. Businesses have been spending most of their R&D investment on short-term objectives such as improvement of existing technology. In addition R&D investment fell and is still in the recovery stage.

Innovation can be divided into four types: product innovation, process innovation, market innovation and organisational innovation. Breakthrough product innovation had appeared by the 1980s at the latest, and the main focus since that time appears to have been the definition and enhancement of these innovations. The only breakthrough innovation in recent years is IT; however, I believe that innovation has continued to move forward steadily in the other three areas. Furthermore, expectations around innovation remain strong in terms of needs and potential demand.

These areas with particularly high potential for innovation include the environment, energy resources, health and ageing. There are also demands and needs that appear to have been satisfied in advanced countries but are

far from being met in developing countries. Innovations could be achieved by drawing on our experience in advanced countries to create simple, cost-effective and advanced solutions to meet these demands in developing countries.

► **Is the auto industry, a mature industry?**

It is often described as a mature industry in a mature market. This may be true in advanced countries, but in the developing world auto manufacturing is a high-growth industry with a continually expanding market. The availability and improvement of efficient mobility are extremely important for economic and industrial development, and for the improvement of people's lives. The auto industry faces a number of challenges at the same time; there are environmental issues, energy problems, safety improvements and other issues. Innovation is more important than ever as we work to deal with these challenges.

Speaking of disruptive technologies, technological progress on big data and 3D printing could have game-changing effects. They might drastically change industry and employment structures as well as producing added value and profits. Big data will contribute a lot to improving efficiencies, but there is the possibility that the more a company accumulates data through a network, utilises it and expands the scope of business, the more competitive the company will become, gaining a dominant position in the economy. Competitors would have to leave the market, and entries of potential competitors would become difficult. A new framework of governance will be necessary, including competition policies and systems to protect intellectual property; privacy and data security should be improved.

Speaking of industrial policy as a whole, it can be quite effective in creating environments to facilitate innovation and industrial developments. However, it is difficult for governments to set priorities and lead the reallocation of investment in the private sector, and the odds against success are high. Examples of the ways in which governments can create environments to facilitate innovation and start up new industries include modifying economic frameworks to create structures that encourage innovation. Taxation systems can be used to discourage capital markets from focusing on short-term performance. The creation and growth of new markets can be encouraged in order to provide incentives for innovation by turning potential needs into demand. Educational systems and contents can be improved in order to develop more innovative human resources, channelling more resources into basic research and encouraging technological development based on long-term perspectives. We also need to enhance scientific research.

## Comment l'Europe pourra renouer avec le progrès technique

**Philippe Lazare**

Ingenico

Nous sommes à l'aube de la quatrième révolution industrielle. Après la mécanisation, l'électrification et l'automatisation, l'heure est aujourd'hui à la numérisation. Les chiffres de la Commission européenne selon lesquels le « marché unique du numérique » dispose d'un potentiel de croissance de plus de 500Mds d'euros à l'horizon 2020, lèvent le doute, s'il devait y en avoir un, sur le rôle moteur du numérique pour l'Europe de demain. Tout comme la mécanisation des machines-outils était le socle de la révolution industrielle, les objets connectés combinant à la fois technologie de l'information et technologie d'exploitation, constituent la base de la quatrième révolution industrielle.

La technologie n'est plus seulement limitée à quelques appareils dédiés, mais envahit nos objets du quotidien – c'est l'Internet des objets: radiateurs, montres, voitures ou lunettes sont désormais connectés, et les données ainsi recueillies, stockées et analysées, leur confèrent de l'intelligence. C'est cette capacité à connecter, à combiner, voire à marier monde physique et virtuel qui constitue le fondement de cette quatrième révolution sur laquelle nous pourrions bâtir la croissance future. Aujourd'hui, cela prend la forme de partenariats entre industries traditionnelles et sociétés technologiques. Le futur de l'automobile ne repose plus sur la vitesse ou la performance, mais sur l'intelligence et l'adaptabilité, et BMW en s'ouvrant à Apple, ou Audi à Google, montrent la voie. Il y aurait déjà quinze milliards d'objets connectés en circulation, et leur nombre devrait atteindre quatre-vingts milliards d'ici à 2020<sup>2</sup>.

---

2. Source: IDATE



Cette révolution numérique rend visible une partie de notre quotidien qui était jusqu'ici invisible. Elle est ouverte à tous les acteurs, nouveaux et anciens, agiles ou plus établis, et fait de chacun de nous des experts. Enfin, cette révolution numérique exige de l'intelligence et de l'ambition.

Dans ce contexte, l'Europe – et la France en particulier – ont des atouts : une tradition d'innovation, associée à un système éducatif riche, des infrastructures de qualité, une qualité de vie reconnue et un fort esprit entrepreneurial. Créé en 1980 par un entrepreneur, Ingenico aujourd'hui leader mondial des solutions de paiement, en est la preuve ! Le taux de créations d'entreprises en France est quatre fois supérieur à la moyenne du G7, et trois fois plus important au sein de l'Union européenne qu'en Amérique du Nord<sup>3</sup>. Cette dynamique mérite d'être soulignée et la France s'y emploie. Par son engagement officiel récent au *Consumer Electronic Show* de Las Vegas, dans la Silicon Valley ou à la *French Touch Conference* à New York, la France donne une impulsion bienvenue. Cette initiative concertée, structurée et ambitieuse est plus à même de nourrir un écosystème numérique d'où émergeront les futurs champions, ceux qui donneront naissance aux prochaines technologies de rupture.

Les futures technologies de rupture sont à la fois matérielles, logicielles et systémiques. Les nouveaux ordinateurs vont être à la fois omniprésents et invisibles, absorbés dans notre environnement et dans les objets que nous manipulerons. La réalité augmentée permettra de mieux comprendre le monde qui nous entoure en enrichissant d'informations nouvelles les objets et personnes perçues.

La quantité considérable des informations contenues dans les réseaux sociaux est probablement en train de créer un nouveau métier, celui d'exploitant de données. Dans son livre *Optimal Cupid*, le mathématicien Christopher McKinlay démontre comment une connaissance fine d'algorithmes statistiques et la capacité de modéliser l'information mathématiquement permet de « prospecter » la toile à la manière d'un champ de pétrole afin de trouver précisément une opportunité bien déterminée.

L'impact de telles avancées sur nos futures habitudes d'achat sera considérable. Il est très probable que d'ici 15 ans les technologies de paiement que nous connaissons aujourd'hui évolueront pour devenir des « compagnons d'achat » intelligents, parlant un langage naturel avec leurs propriétaires. En mémorisant leurs habitudes d'achat, ils pourront leur proposer des offres comparées en temps réel et mutualiser des quantités massives d'information. Ingenico suit de manière très attentive ces évolutions qui sont rendues visibles et exploitables par un accroissement spectaculaire

---

3. Source : étude RSM dans 35 pays entre 2007 et 2011.

des capacités de calcul. À titre d'exemple, la capacité de calcul d'un terminal de paiement moderne dépasse d'un facteur de 3 000 la totalité de la capacité de calcul mise en œuvre lors du lancement d'Apollo 11. Le défi, c'est de pouvoir intégrer toutes les données de comportement d'achat et de paiement sur une plateforme unique qui distingue et protège les données sensibles des informations marketing.

À côté de ces avantages, les nouvelles technologies posent également de nombreux défis et vont très certainement redonner un rôle moteur à l'État et imposer de nouvelles formes de gouvernance: le respect des droits des utilisateurs et l'usage éthique des données personnelles sont des prérequis nécessaires au développement technologique et à l'inclusion numérique. L'État se structure progressivement afin de gérer ce nouvel espace et s'est déjà doté de plusieurs structures indépendantes agissant totalement ou principalement dans l'espace numérique (ARCEP, ARJEL, CIF, CNCIS, CNIL ou la HADOPI).

Enfin, il importe de créer un cadre favorisant l'investissement dans les nouvelles technologies. Les infrastructures modernes sont complexes, coûtent cher et ont un cycle de vie court. Dans ce contexte, il est crucial de repenser l'investissement et la rémunération de ces infrastructures pour concilier les besoins à long terme des infrastructures et les contraintes à court terme des entreprises. Une telle politique industrielle doit encourager l'émergence de nouveaux pôles de compétitivité et renforcer les pôles existants. Les besoins technologiques des entreprises de pointe doivent être mieux pris en compte par les universités et les organismes de formation, notamment à travers une représentation plus large du monde de l'entreprise dans les grands conseils des universités et écoles d'ingénieurs. Une façon d'atteindre cet objectif serait d'associer les entreprises innovantes à la définition des formations proposées pour développer les compétences utiles aux groupes européens pour gagner en compétitivité.

C'est en connectant les grandes universités technologiques, les investisseurs et les entreprises reconnues dans leur domaine d'expertise que l'Europe pourra renouer avec le progrès technique.

## The Era of Science Fiction Technology

Andrew McAfee

MIT

### ► Where are the breakthrough technologies?

I will start by giving a quote from another American who loved France very much, Ernest Hemingway. He had a story about how a person goes broke, how he loses all his money. He said it is gradual and then sudden, and that is where we are with technological progress these days. We have been enjoying gradual progress for many years, but are about to enjoy very sudden progress in some fundamental areas. Let me give you a couple of examples.

We tried for decades to get computers to recognize patterns as well as our brains do, and they were hopelessly bad at it until very recently. The world's very best diagnostician of breast and other kinds of cancer today is no longer a human being but a computer. I have a phone right now that can listen to what I am saying, figure out what I want, and give me back an accurate answer or can take action on my behalf. This is a science fiction technology; it is not perfect right now, but it will only get better. We tried for decades to get computers to understand our language and be able to interact with us, and they were terribly bad at it, they were a joke for many years. Now, when I see a French word I do not understand, I speak it into my phone and it gives me a good English translation.

The next version of Skype from Microsoft will offer, for free, almost real-time instantaneous translation among many different languages; again, this is a science fiction technology. We tried to make progress with robotics for decades, and we were hopelessly bad –our robots were clumsy, stupid and slow, and they had no idea where they were. I will do a test to see how many robots there are in this room: I will ask two questions, and any human

being can answer these questions very easily, but they have been impossible for robots to answer.

The first question is this: When I say “Go”, please point to the door in this room. The second question is this: When I say “Go”, please point to where you are in this room right now. There are no robots in this room; we have passed the test. That program is called SLAM among the robotics community –it stands for Simultaneous Localization and Mapping. The mapping part is where the door is, and the localization part is where I am in the room. Historically, robots have been unable to answer that question. A couple of years ago, there was a breakthrough, and they were able to answer. A team of colleagues at MIT were able to solve that problem, that SLAM problem, for a very large room. They did it by waving around a Microsoft Kinect. This is a USD150 piece of consumer equipment, which can now solve some of the toughest challenges in robotics.

I have one more example, and I think this will turn out to be the biggest one of all. Just last year a team published results, where they can now go into the DNA of a cell, find exactly, anywhere in the genome, the part of the DNA they are looking for, snip out the portion that is not working, replace it with the portion they want, and exit the cell without doing any damage. I find this beyond science fiction; this technique actually exists now.

Therefore, we know the answer to the question of where the breakthrough technologies are.

► **Why don’t we see more evidence of these technologies?**

My answer to that is another quote, from a science fiction author named William Gibson, and he has a wonderful way to explain it. He says that the future is already here; it is just not evenly distributed. We see these amazing examples, in other words, and they will take time to diffuse through industries like healthcare, transportation and logistics, and they will diffuse unevenly in different contexts across different countries. It seems clear that different countries have different tolerances or different receptivity to disruption, to technology and to all the things that come along with it, so we will not see rapid progress, or even progress, but I assure you that these advances are coming to an industry and an economy near you.

► **What should the role of the State be?**

As an American, I believe the government should have a very small role, not in all areas, but certainly when it comes to how to diffuse and accelerate technological progress; the market is very good at this. It brings along some uncomfortable things with it, and that is how markets work. We must let the markets work.

## Échanges

**Gabriele Raniéri**, *lauréate du concours «La Parole aux étudiants»*

La recherche privée est financée essentiellement par des multinationales et des groupes industriels. Comment faire en sorte que les PME puissent aussi investir?

**Clara Gaymard**

On se trompe quand on dit qu'il y a une différence entre les PME et les grands groupes. En réalité, les grands groupes, dans tous les pays du monde, tirent aussi la recherche des PME. Ce qui est important, c'est l'écosystème. Plutôt que de se demander comment aider les PME, il faut se demander comment créer des écosystèmes ou la recherche publique, la recherche privée, les étudiants, les ingénieurs, les intra-preneurs et les entrepreneurs se retrouvent dans une économie bouillonnante, qui fait que chacun peut développer la R&D.

L'idée que celle-ci est un département à part de l'entreprise est devenue complètement fautive. Aujourd'hui, dans l'économie collaborative, dans l'économie de la connaissance, cette recherche est à la fois technologique, sociale et environnementale. Elle se fait par la connexion des intelligences. Ma réponse est donc que l'approche, c'est de savoir comment créer des écosystèmes qui font que la dynamique vienne de la base, de chaque individu qui puisse avoir le sentiment qu'il est créateur pas simplement de son propre destin, mais du prochain produit et de la prochaine solution.

**Jacques Attali**

Je voudrais dire à Andrew McAfee que je suis d'accord avec à peu près tout ce qu'il a dit, sauf sur le rôle de l'État.

**Andrew McAfee**

Cela ne m'étonne pas.

**Jacques Attali**

Mais cela m'étonne de vous, parce que vous savez bien qu'aux États-Unis, l'État joue un rôle majeur dans l'innovation technologique. Il n'y aurait pas d'innovation aux États-Unis sans l'agence DARPA, qui est absolument stratégique, même si peu de gens connaissent son existence. C'est l'instance majeure de l'innovation soi-disant privée qui s'appelle en fait, le complexe militaro-industriel. Elle est à la source de l'innovation technologique et elle est cachée sous l'État, qui joue un rôle déterminant. Vous avez parlé tout à l'heure de ce que j'appelle le capitalisme patient, c'est-à-dire le capitalisme qui a du temps. S'il existe aux États-Unis, c'est parce qu'il y a l'État derrière pour faire les grands marchés publics. L'État américain a une vision stratégique de long terme qui justifie ce capitalisme patient. Sinon, il n'existerait pas. En Europe, ce dont nous manquons aujourd'hui, c'est de ce type de capitalisme.

Si vous regardez la France, nous sommes majeurs dans tous les secteurs d'innovation qui ont dépendu ou qui dépendent encore de la commande publique: l'énergie, les transports, la santé, l'éducation, etc. Tous les secteurs qui dépendent de la commande publique sont majeurs de près ou de loin.

Ne jetons donc pas le bébé avec l'eau du bain. L'État a un rôle stratégique majeur. Il ne faut bien évidemment pas qu'il s'occupe des détails. Il faut qu'il soit stratégique, ce qu'il est de moins en moins. Mais il ne faut pas laisser croire que le marché fera la loi; parce que ce que le marché fera, ce sera le développement d'une économie criminelle si on ne l'entoure pas d'un système légal et cohérent, ainsi que d'un État puissant.

**Andrew McAfee**

*I am largely in agreement with my colleague. He mentions DARPA, which has been fundamentally important with American innovation. DARPA supports basic research and fundamental technologies; I am absolutely certain and clear that is an appropriate and necessary role for the State. What I do not like is picking champions and winners, and what used to be called industrial policy. We have an excellent record of that not working very well at all.*

*Let me respond to the question from the student, because it is a fundamentally important one. It is a mystery why some countries have such a fertile ecosystem for fundamentally innovative work, and especially for work that comes out of very small companies that become very big companies. I am sorry if this sounds immodest, and I apologize for that. The US has an unequalled track record at that, and we are still the best in the world at it. It is something of a mystery why that is, and the best answer I heard came from Marc Andreessen, who is an extraordinary inventor and venture capitalist. He says that there are four essential ingredients for a national environment that conduces to these kinds of serious breakthrough innovations: great research universities, good property*

*rights and good rule of law, cultural tolerance for failure, especially among young people, and large pools of capital –patient, risk tolerant capital.*

*Luckily, we have all four of those in the US, and I hope they are not slipping. When I think about Europe and France, I think you have the first two of those in a fantastic way, but I am less sure about the second two.*

**Nobuyori Kodaira**

*Concerning US research and development, it also creates markets, because the government purchases arms as a result of R&D, and national institutes of health are also very good drivers of biotechnology. The R&D ecosystem in the US relating to business is very good. Technological progress is not the same thing as starting new businesses; we have a lot of technological progress in Japan, but cannot always make it into real businesses.*

**Question du public**

À l'heure actuelle, on peut faire à peu près tout ce qu'on veut du monde. On peut le changer. Se pose du même coup la question de ce que nous voulons en faire. Cela relève de l'éthique. Quels moyens imaginez-vous mettre en oeuvre pour déterminer quel avenir est souhaitable?

**Michel Derdevet**

Abordons la question par le problème des données personnelles. Demain, avec le déploiement généralisé de 35 millions de compteurs *Linky*, nous aurons à gérer une base de données multipliée par 10 ou 20. Qu'allons-nous en faire? Ces données ont une valeur commerciale. Selon le modèle libéral, plusieurs grandes entreprises internationales peuvent entrer en compétition pour s'approprier ces données. Selon le modèle français, qui n'a pas que des inconvénients, ces données peuvent être traitées de manière globale pour alimenter les politiques publiques, comme par exemple la transition énergétique.

Dès lors que nous sommes dans une ère de l'efficacité, de la maîtrise de la demande, la question de savoir comment traiter ces données – collectivement, en respectant les droits des citoyens, en ayant une approche fléchée sur telle ou telle incitation... – est cruciale.

Nous sommes donc face à des cas concrets. Il ne faut pas diaboliser. Il n'y a pas un modèle meilleur que l'autre. Il y a simplement des éléments de culture. En France, par exemple, le mariage de l'énergie et du numérique entre en conflit avec notre tradition de péréquation des tarifs d'acheminement d'électricité, qui garantissent à tous les consommateurs un prix identique, quel que soit leur département et la structure de leur parc de production. C'est un élément fort de culture, partagé, au-delà des opinions politiques, par nombre de nos concitoyens. Cela signifie un rapport différent aux innovations.

**Jacques Attali**

La question de l'éthique est fondamentale. Si la France était une sorte de Corée du Nord capable de raisonner sur elle-même, ou s'il y avait à l'inverse un gouvernement mondial, la réponse serait simple. On donnerait au pouvoir démocratique en place les moyens d'interdire le développement de recherches susceptibles de conduire à des transformations irréversibles de l'être humain. Tout doit être possible, sauf ce qui est irréversible. La difficulté étant de savoir ce qui est irréversible, il faut qu'au moindre risque d'irréversibilité, cela soit interdit jusqu'à ce qu'il soit démontré que ça ne l'est pas.

En cela, le principe de précaution est absurde, puisqu'il va beaucoup trop loin dans ce qui est interdit: il ne précise pas que ne peut être interdit que ce qui est irréversible. Si on avait appliqué le principe de précaution dans le passé, nous n'aurions jamais eu l'électricité. Nous n'aurions peut-être même pas l'escalier, parce qu'il y a plus d'un million de personnes qui sont mortes en tombant dans les escaliers.

Donc, dans un monde idéal, seul ce qui est irréversible devrait être interdit. Mais nous ne sommes pas dans ce monde idéal. Dans un monde où ce qu'on interdit chez soi peut être fait ailleurs, il y a un extrême danger à ce que des choses irréversibles puissent être faites ailleurs, sans pouvoir les interdire. On peut être pour ou contre la GPA, il est évident que cette pratique sera légalisée. La Cour européenne de justice vient en effet de déclarer que même si c'est interdit dans tel pays européen, un enfant né de GPA dans un autre pays doit être reconnu par ce premier pays comme ayant une citoyenneté. Il y a donc des choses qui vont s'imposer, qu'on le veuille ou non, parce qu'elles peuvent être faites ailleurs.

D'où l'importance majeure de la construction européenne. La décision de la Cour européenne des droits de l'homme ne vient d'ailleurs pas de la même Europe, mais d'une Europe plus vaste. En effet, si l'Europe est capable de s'unir et de définir des règles éthiques fortes, elle pourra peser face aux règles éthiques américaines, qui sont à mon sens infiniment trop individualistes, égoïstes et optimistes sur la nature humaine, sans doute parce que les États-Unis ont moins de souvenirs de culpabilité à l'égard des massacres dont ils ont pu être responsables et que nous avons nous, Européens, beaucoup plus le sens de la tragédie pour créer les conditions de l'éviter. Donc la naissance d'une éthique européenne capable de contrebalancer l'éthique américaine et surtout l'éthique du non droit, qui est peut-être plus dangereuse encore que l'éthique individualiste américaine, est fondamentale. Sinon, le progrès technique servira à faire des hommes robots, à faire des chimères esclaves, et à transformer l'humanité en un objet commercialisable.



**Clara Gaymard**

Dans notre société, les adultes ont le sentiment qu'on ne peut plus rien faire tandis que la jeunesse, affirme qu'on peut tout faire. Les valeurs sur lesquelles notre génération s'est construite ne sont plus les mêmes que les vôtres. C'est sans doute cela qui fait que nous ne comprenons pas le monde qui émerge. Par exemple, la croissance est pour nous forcément numérique, alors que pour vous, elle peut être mesurée par son sens, être une croissance équitable. Je ne pense pas du tout que votre vision du progrès technique soit de faire les mêmes choses avec moins d'efforts. Pour vous, il consiste à faire quelque chose qui a du sens, même si cela demande plus d'efforts.

**Question du public**

Très peu de jeunes, dans le système scolaire français, s'orientent vers l'apprentissage des sciences et techniques industrielles. Comment favoriser de telles orientations?

Par ailleurs, nous n'avons pratiquement pas de culture de l'analyse du risque. C'est pourtant une condition du progrès futur. En France, il suffit qu'un risque apparaisse pour qu'on s'arrête. Est-ce que tous savent qu'un médicament guérit dans 60 % des cas, n'apporte rien dans 20 % des cas et provoque des effets secondaires dans 20 % des cas? Comment inculquer à nos populations la culture afin de mieux appréhender le risque?

**Question du public**

La dépendance au progrès technique est bien résumée par l'opposition de la calculatrice et de la règle de trois. Mon père me disait toujours de cesser d'utiliser ma calculatrice car je ne saurais jamais faire une règle de trois. Aujourd'hui, Skype permet de traduire, alors qu'on sait les bénéfices de l'apprentissage d'un langage sur le cerveau d'un jeune. Comment gère-t-on cette question des nouvelles aptitudes permises par les progrès techniques mais rendant les gens dépendants?

**Jacques Attali**

Lors de l'invention de l'imprimerie, les gens disaient exactement la même chose. Avant l'imprimerie, les livres valaient tellement cher qu'il fallait les apprendre par cœur. S'était ainsi développée une méthode qu'on appelait *ars memoriae*, qui a disparu à partir du moment où les livres ont existé. L'évolution actuelle est similaire. Il faut prendre cette évolution de front et positivement. Le fait qu'on soit libéré d'un certain apprentissage permet d'apprendre d'autres choses. Loin d'être négatif, le progrès permet la libération de certains savoirs et nécessite d'apprendre à se retrouver dans les labyrinthes du savoir.

Pour ce qui est des langues, il est vrai qu'apprendre plusieurs langues à un enfant fait partie des conditions de développement de son intelligence. Le fait que Skype se charge désormais de traduire ne signifie pas qu'on n'apprendra plus de langue étrangère, mais que bien des langues qui avaient vocation à disparaître vont rester vivantes parce que les gens qui les parlent vont pouvoir continuer à être entendus. On pourra donc avoir connaissance d'autres cultures.

Et puis, il va y avoir des centaines de métiers qui vont se développer, ne serait-ce que pour effectuer ces traductions. Il y aura donc beaucoup plus de besoins de gens qui parleront les langues, ne serait-ce que parce que tous ces métiers nouveaux vont apparaître autour du web sémantique, qui sera donc polyglotte. C'est extraordinairement positif.

Il ne faut pas oublier que la technologie ne sert jamais la centralisation. Dans l'histoire humaine, la technologie a toujours servi la diversité. Je l'ai dit il y a très longtemps et je persiste à le penser. La technologie, et en particulier Internet, c'est la mort de la domination de l'anglais sur notre planète. Skype en sera un exemple, peut-être à l'encontre de la pensée de ceux qui le lancent.

#### **Clara Gaymard**

L'enseignement extrêmement important, ce que nous devons apprendre aujourd'hui à la jeunesse, est la capacité de jugement.

#### **Andrew McAfee**

*We face very serious choices these days with our actions and policies. One of my colleagues has a beautiful way to phrase it; he said that we can choose to protect the future from the past, or we can choose to protect the past from the future. I know which one I am going for. The future is a better place. Our choices are very clear.*

#### **Question du public**

Vous avez parlé du *big data* et de l'internet des objets, mais pas des crypto monnaies, alors que potentiellement, la révolution qu'elles amèneront est aussi grande que celle d'internet.

#### **Jacques Attali**

Il y a mille révolutions dont nous n'avons pas parlé. Celle-ci s'inscrit dans le contexte de la bataille du marché contre la démocratie. Progressivement, le marché va créer des monnaies contre les monnaies qui, pour l'instant, sont les ultimes prérogatives des États. Cela fait dix ans que je prédis que les *miles* et autres instruments de fidélisation sont des monnaies potentielles. Cela va venir et c'est la traduction du fait qu'il y a une bataille majeure au XXI<sup>e</sup> siècle entre le marché et la démocratie. Si la démocratie n'atteint pas la taille du marché,

c'est-à-dire au moins européenne, sinon mondiale, le marché l'emportera, et les *bitcoins* seront en effet une anecdote parmi d'autres dans la disparition de la démocratie, avec toutes les catastrophes que cela signifie.

### Lionel Fontagné

Je vous propose de repartir avec six idées.

La première idée est celle des signaux faibles, donc le passage du graduel au soudain. Ce qui s'est passé avec *L'Encyclopédie* va peut-être se passer avec le web, qui est aussi une forme d'encyclopédie tout à fait ouverte. Guettons donc les signaux faibles.

Deuxième idée : les réseaux et les infrastructures. Ce qu'on n'a pas vu venir, c'est que les conditions de déploiement du progrès technique (telles que la géolocalisation ou le wi-fi) existent, et que ces éléments et ces infrastructures vont permettre une explosion des applications, par exemple de vos téléphones mobiles.

Troisième idée : le *big data*. C'est un actif stratégique pour les entreprises qui accumulent des données. Cela nous ramène à l'idée de *the winner takes all* : nous passons d'un monde de concurrence à un monde de compétition. Or, c'est quelque chose qu'on gère tout à fait différemment, notamment en matière de politiques publiques. Il faudrait y réfléchir au niveau des politiques publiques européennes.

Quatrième idée : les briques technologiques sont là. Il nous reste à les assembler pour construire une maison dans laquelle nous nous sentirons bien. Cela pose la question du financement (les mathématiciens français étant parmi les meilleurs au monde, Google aurait pu être français si nous avions disposé de 10 ou 20 milliards pour appuyer une telle entreprise) et celle du rôle de l'État. D'un côté Andrew McAfee affirme que « *we need to let the market work* », de l'autre les Français pensent qu'il y a des échecs de marché. Les deux idées ne sont pas antinomiques : ce qui est intéressant, c'est de construire pour l'État un rôle de stratège, à partir de ces deux constatations.

Cinquième idée : une illustration du graduel soudain est donnée par le robot *Pepper*, le premier robot doté d'émotions. Il nous fait entrer dans une nouvelle ère de la robotique, caractérisée par la capacité d'apprentissage des robots. Cela va changer beaucoup de choses.

La sixième idée est une question : aimerons-nous ce nouveau monde ? Cela relève de l'éthique et du rôle de l'État, qui ne doit pas que financer mais donner un encadrement réglementaire à cet ensemble de nouvelles technologies et de progrès techniques. Prendre cette question par le biais du principe de précaution n'est peut-être pas la meilleure approche : il faut réintroduire la culture du risque dans l'esprit français si on veut retrouver un monde de prospérité.

