

POLICY PAPER

Mai 2014

Faire entrer la France dans la troisième révolution industrielle : le pari de l'innovation

Observatoire de l'Innovation
de l'Institut de l'entreprise

Faire entrer la France dans la troisième révolution industrielle : le pari de l'innovation

Observatoire de l'Innovation
de l'Institut de l'entreprise

Préface par Christophe de Maistre et Delphine Manceau

Note introductive par Laetitia Strauch

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	3
PRÉFACE	5
SYNTHÈSE.....	9
NOTE INTRODUCTIVE.....	15
1 - VERS UNE TROISIÈME RÉVOLUTION INDUSTRIELLE ?	16
2. LES ENTREPRISES FRANÇAISES ET L'INNOVATION : RISQUES, FORCES ET FAIBLESSES, NÉCESSAIRE ADAPTATION	29
3. LA PUISSANCE PUBLIQUE FACE À L'INNOVATION : STIMULER L'INNOVATION ET ANTICIPER SES EFFETS NÉGATIFS	39
PROPOSITIONS.....	51
PROPOSITIONS GÉNÉRALES	51
1 – <i>BIG DATA</i>	56
2 – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE	64
3 – NOUVELLES TECHNOLOGIES DE PRODUCTION.....	68
L'OBSERVATOIRE DE L'INNOVATION	75

AVANT-PROPOS

Cette note introduit trois études issues du travail de l'Observatoire de l'Innovation de l'Institut de l'entreprise, portant respectivement sur le *big data*, l'efficacité énergétique et les nouvelles technologies de production, et publiées séparément.

L'Observatoire de l'innovation est présidé par **Christophe de Maistre**, président-directeur général de Siemens France, et ses travaux ont été supervisés par **Delphine Manceau**, professeur à ESCP Europe, assistée de **Julie Fabbri**, de ESCP Europe, rapporteur de l'Observatoire. **Eudoxe Denis**, Directeur des études de l'Institut de l'entreprise, a supervisé le cadrage du projet et de l'ensemble des séances de l'Observatoire ainsi que la rédaction de la note introductive.

L'Institut de l'entreprise tient à exprimer sa gratitude :

› À l'ensemble des membres l'Observatoire de l'innovation pour leur engagement dans ce projet :

Frédéric Allard, Vice-président R&D, IBM

Grégory Blokkeel, Responsable stratégie & open innovation, PSA

Marie-Anne Broodschi, VP Innovation, Veolia

Eric Conti, Directeur Innovation & Recherche, SNCF (également auditionné par l'Observatoire)

Priscille Crozemarie, Chargée de mission Secrétariat général, RATP

Julie Fabbri, Secrétaire Générale, Institut pour l'Innovation et la Compétitivité i7, ESCP Europe

François Gerin, Directeur général adjoint, Siemens France

François Grosse, Senior Vice-President Digital Services, Veolia

Jakob Haesler, co-fondateur, Tinyclues (également auditionné par l'Observatoire)

Frédéric Lefebvre-Naré, Consultant, Isée

Pascal Lemoine, Directeur technique et de la recherche, FNTF

Delphine Manceau, Professeur, ESCP Europe

Françoise Mercadal-Delasalles, Directrice des ressources et de l'innovation, Société Générale

Jean-Yves Moreau, Directeur des relations gouvernementales et parlementaires, Sanofi France

Michel Morvan, président et co-fondateur, The CoSMo Company (également auditionné par l'Observatoire)

Jean Richard de la Tour, Directeur des études, de l'innovation et des affaires publiques, Carrefour (également auditionné par l'Observatoire)

Martin Roulleaux-Dugage, Business transformation et Knowledge officer, Areva

Bernard Salha, Directeur recherche et développement, EDF

Jean-Christophe Saunière, Associé, PWC

Vincent Schramm, Directeur général, Symop (également auditionné par l'Observatoire)

Jérôme Weill, Associé, Oliver Wyman

› Aux personnes auditionnées lors des séances de l'Observatoire :

Philippe Berthier, Chef du département CRO, Innovation & Recherche, SNCF

André Bouffieux, président-directeur général, Siemens Belgique-Luxembourg

Eric Carreel, président fondateur de Withings, Sculpteo et Invoxia

Gilles Grapinet, Directeur général adjoint en charge des fonctions globales, Atos

Olivier Meunier, Directeur business development, Siemens Industry

Olivier Siri, VP Head of system design, Cassidian (Groupe EADS)

Claire Viguiet-Petit, Directeur des opérations diabète, Sanofi France

› Aux personnes auditionnées par les rapporteurs en dehors des séances de l'Observatoire :

Alexandre Grux, Responsable de la recherche et de l'innovation, Kyriba

Philippe Vappereau, Chairman d'Ixxi, filiale de la RATP

L'Institut de l'entreprise remercie enfin, pour leur collaboration tout au long des travaux de l'Observatoire, **François Gerin**, Directeur général adjoint, Siemens France, **Jérôme Weill** et **Reda Fettah**, respectivement associé et analyste chez Oliver Wyman, ainsi que pour leur précieuse contribution **Frédéric Allard**, **Robin Rivaton**, **Lauriane Contamin** et **Elise Schobel**.

Les opinions exprimées dans le présent rapport n'engagent ni les personnes citées, ni les institutions qu'elles représentent.

PRÉFACE

par Christophe de Maistre et Delphine Manceau

Comme l'ont souligné les travaux de l'Institut de l'entreprise¹, et plus récemment, les rapports Gallois ou Lauvergeon, la question de l'innovation demeure centrale pour maintenir la compétitivité française, et retrouver une croissance durable. Dans un contexte où certains parlent de « troisième révolution industrielle », l'innovation est sans aucun doute la condition de notre croissance, de nos emplois, de nos services publics. L'innovation permet en effet de conjurer une intensification de la concurrence par les prix, en mettant l'accent sur d'autres facteurs de différenciation. Elle apparaît donc, dans une économie mature comme la France, comme un levier essentiel pour stimuler à la fois l'investissement et la consommation. Dans cette perspective, il faut toutefois se garder de réduire l'innovation à la seule « recherche et développement ». Si cette dernière est indispensable à l'innovation dans de nombreux secteurs, elle ne suffit pas à caractériser l'innovation. Une innovation a vocation à trouver un marché, à être commercialisée.

À cet égard, force est de constater que si la France reste un acteur de premier plan dans la recherche amont – les récents prix Nobel de physique et médaille Fields de mathématiques attribués à des chercheurs français l'ont encore rappelé² – la capacité d'innovation de l'économie française demeure insuffisante, comme le montrent les indicateurs suivants. L'indice mondial de l'innovation publié en mai 2013 par l'Office mondial des brevets, l'Université Cornell et l'Insead, place la France en 20^e position mondiale sur 142 pays évalués ; en cause notamment, la capacité de la recherche française à transformer les inventions en innovation, c'est-à-dire à créer des produits ou des services apportant de la valeur pour le consommateur et une croissance rentable pour son développeur. Ensuite, selon l'OCDE, 23 % seulement des entreprises françaises réalisent des

1. Institut de l'entreprise, *Pour un choc de compétitivité en France*, janvier 2012.

2. La recherche publique française a ainsi été récompensée par six prix Nobel et trois médailles Fields depuis 2005.

innovations non technologiques contre 47 % en Allemagne ou 60 % au Japon. Enfin, si la France compte 12 groupes dans le « Top 100 Global Innovators » établi par Thomson Reuters, elle n'en compte qu'un seul – Renault, à la 48^e place – dans le classement des 50 entreprises les plus innovantes en 2013 du Boston Consulting Group.

Dans ce contexte, l'Observatoire de l'Innovation mis en place par l'Institut de l'entreprise en 2012 vise à apporter des éléments de diagnostic et de recommandation pour remédier à ce déficit d'innovation. Son approche se veut originale, puisque cet observatoire a vocation à apporter un regard microéconomique et managérial sur un enjeu qui est généralement abordé dans une perspective macroéconomique. Il nous semble en effet que les enjeux principaux de la relance de la capacité d'innovation en France renvoient tous vers des questions microéconomiques et managériales, qui peuvent être lues selon trois niveaux.

Un premier enjeu est lié à l'orientation de l'innovation : la France est marquée par une forte culture d'ingénieur – donc une culture de l'invention plus que de l'innovation – liée à son histoire économique et culturelle : place des grands corps de l'État, stratégie de croissance qui repose après 1945 sur le rattrapage technologique vis-à-vis des États-Unis. Or ce modèle doit aujourd'hui être profondément repensé, pour l'adapter aux caractéristiques d'une économie reposant davantage sur la créativité et l'innovation « non technologique ». L'une des difficultés de cette refonte tient au rôle de la puissance publique : en favorisant une vision très « R&D » de l'innovation (à travers les programmes d'Investissements d'avenir, par exemple), celle-ci tend à négliger une vision élargie de l'innovation, intégrant les problématiques liées à l'usage des produits, aux modes d'organisation et de distribution, ou aux transformations de *business models*. L'autre difficulté de cette refonte du modèle français d'innovation tient au fait que trop souvent, on ne prend pas la mesure du travail managérial à effectuer pour transformer la recherche en innovation génératrice de compétitivité et d'emploi.

Un deuxième enjeu renvoie à la relation entre « amont » et « aval ». Le système français de R&D s'est longtemps caractérisé par le poids important des grands organismes de recherche publics, et la faible autonomie de ses universités. De telles caractéristiques ne favorisent pas l'intégration de la recherche au sein du tissu économique ni sa transformation en innovation commercialisable sur le marché. Force est aussi de constater que les écosystèmes sont en France

moins fluides qu'ailleurs, et que la capacité des entreprises à croître sur la base d'une innovation de rupture, que ce soit indépendamment ou dans le cadre d'un rachat par un grand groupe, y est plus faible que dans d'autres pays. Des efforts ont été faits dans le domaine des pôles de compétitivité et de l'autonomie des universités. Il n'en reste pas moins que le monde de la recherche universitaire et de l'entreprise coopèrent moins que dans d'autres pays et, souvent, se connaissent encore mal.

Le troisième enjeu est lié à la démographie des entreprises françaises. Il est essentiel, sur un sujet comme celui-ci, de tenir compte des spécificités de la démographie des entreprises françaises, et de ses implications dans la mise en œuvre et la diffusion de l'innovation. La France est le deuxième pays de la révolution industrielle. Nous avons longtemps été leader sur les principaux clusters *high tech* des années 1910 : qu'il s'agisse de l'automobile, ou de l'aéronautique, les exemples sont nombreux. Le revers de cette médaille, c'est que le tissu des entreprises s'est assez peu renouvelé sur les dernières décennies. De ce fait, les grandes entreprises françaises sont souvent anciennes, centrées sur des secteurs matures et héritent d'une longue histoire en termes organisationnels. Les PME actives à l'international sont peu nombreuses en France en comparaison d'autres pays. Depuis quelques années, on observe un vrai dynamisme en matière de création de *start-up*, même si l'on analyse trop peu leur niveau de survie et si leur croissance en taille reste très insuffisante.

Ces constats appellent une réponse déterminée des grands groupes français, qui détiennent entre leurs mains les principaux leviers d'une relance de la capacité d'innovation française. En effet il n'existe pas, en France, d'alternative aux grands groupes en termes d'innovation, du fait de la structuration du système. S'il demeure important de revitaliser le tissu de PME et d'ETI, une telle action ne se décrète pas et n'aura d'effet qu'à très long terme. Il faut aussi rappeler que les grandes entreprises représentent aujourd'hui plus de 60 % de la R&D française. Par ailleurs, au travers de leur politique d'essaimage, du développement de l'intrapreneuriat, de la pratique de l'open innovation ou de la constitution de fonds d'investissements internes, elles peuvent aussi jouer un rôle moteur pour incuber des entreprises innovantes et créer un système vertueux. Tout au long de nos travaux, il s'est donc agi de penser de manière concrète la façon dont les grandes entreprises pouvaient s'adapter de manière à renforcer leur capacité à tirer parti du contexte mondial d'accélération de l'innovation, tout en contribuant à améliorer l'écosystème global de la France

dans ce domaine. Le présent rapport et les trois notes qui l'accompagnent sont le fruit de ces travaux. Ils ont été centrés sur trois bouleversements qui affectent aujourd'hui l'ensemble des secteurs de l'industrie et des services : la digitalisation et le *big data*, la transition énergétique et les nouveaux outils de fabrication et de robotisation, en identifiant leurs conséquences sur la transformation des entreprises et le développement de l'innovation.

SYNTHÈSE

1 - VERS UNE TROISIÈME RÉVOLUTION INDUSTRIELLE ?

Sur les 34 plans industriels lancés par le gouvernement en septembre 2013, la moitié concernait le domaine du numérique et des nouvelles technologies. La France continue pourtant de se caractériser, davantage que d'autres pays, par une certaine résistance à l'égard de l'innovation de la part de ses pouvoirs publics, mais aussi de certaines entreprises. Les voitures de tourisme avec chauffeur (VTC) provoquent des craintes, les industriels sont loin de s'être convertis à la robotisation, et notre pays ne compte aucun géant mondial du numérique. Or la diffusion de l'innovation, synonyme de productivité et de croissance, est cruciale pour notre pays, qui compte d'indéniables atouts en la matière s'il se donne la peine de les développer, mais aussi des points faibles qu'il convient d'amender.

Nous assistons aujourd'hui à un regain de l'innovation liée notamment au domaine des données. Paradoxe, alors que le progrès technologique est en constant déploiement, l'évolution récente de la productivité laisse penser que ce progrès ne se traduit pas encore en termes de croissance. Certains affichent donc leur scepticisme quant aux bienfaits de l'innovation sur l'économie, affirmant que la technologie pourrait avoir épuisé son potentiel de stimulation de la croissance. Pour d'autres au contraire, partisans de l'analyse schumpeterienne des cycles économiques selon laquelle il existe un certain décalage dans le temps entre la mise au point des innovations de rupture et leurs effets sur l'économie, la prochaine révolution industrielle est en marche. C'est ce pari que nous faisons dans cette étude.

Cette révolution repose en grande partie sur l'économie des données, ce qui nous amène à en distinguer trois composantes.

Le *big data* tout d'abord, traitement de données en très grand nombre, permis à la fois par l'accroissement du nombre des données disponibles et la puissance accrue des ordinateurs, devrait avoir un impact considérable dans tous les secteurs, aussi bien dans le BtoC et le BtoB que le secteur public. L'analyse des données et la découverte de corrélations inattendues permettent en effet d'améliorer grandement les modèles d'affaires, voire d'en concevoir de nouveaux.

L'efficacité énergétique et la gestion de la rareté des ressources constituent la deuxième composante étudiée. Elles consistent, d'une part, dans l'association des énergies renouvelables et de la technologie de l'Internet, pour passer d'un système énergétique centralisé et verticalement intégré à un système de production et de distribution décentralisé, et d'autre part dans la gestion intelligente des ressources rares. Là encore, le rôle des données s'avère central.

Les nouvelles technologies de production, de la simulation à la robotique en passant par l'impression 3D, constituent le troisième domaine d'intérêt. Ces procédés permettent notamment de produire économiquement de petites séries avec une grande variabilité, en minimisant les coûts de prototypage dans certaines conditions, et en gagnant du temps. Les industriels en attendent même une aide à la décision.

Dans ces trois secteurs, on constate un brouillage des frontières entre le virtuel et le réel, les usines prenant la forme de machines commandées à distance. Dans le même temps, la distinction entre le consommateur et le producteur s'estompe, alors que digitalisation, automatisation et optimisation des ressources offrent une personnalisation accrue des services.

2 - LES ENTREPRISES FRANÇAISES ET L'INNOVATION : RISQUES, FORCES ET FAIBLESSES, NÉCESSAIRE ADAPTATION

Or notre pays rencontre certaines difficultés à affronter ce stade particulier du développement économique où le rattrapage des économies les plus avancées est achevé et où seule l'innovation peut générer de nouveaux gains de productivité. Cela s'explique en partie par notre modèle de développement et la place prépondérante des grandes entreprises, la France s'étant historiquement spécialisée dans le rattrapage de l'économie américaine en faisant grandir des champions nationaux soutenus par la puissance publique à l'abri de frontières fermées. Or le rattrapage est devenu impossible dans une économie numérique globale. Quant aux grandes entreprises aux modèles d'affaires

traditionnels, elles sont restées jusqu'ici peu touchés par le numérique, se contentant d'innovations incrémentales et de montée en gamme, l'innovation de rupture paraissant souvent trop risquée aux dirigeants.

Nos entreprises courent un risque certain en différant cette nécessaire adaptation, le plus imminent d'entre eux étant celui du déplacement des géants internationaux de l'économie numérique sur la chaîne de valeur. Alors que les acteurs de l'Internet n'hésitent pas à défricher des activités éloignées de leur cœur de métier – drones pour Amazon, voiture sans conducteur pour Google, services financiers pour Facebook - et à réaliser des acquisitions en ce sens, les partenariats noués entre les acteurs traditionnels et ceux du numérique, s'ils peuvent aider les premiers à rester innovants, peuvent aussi leur être fatals. Dans ce contexte, s'il est d'usage d'attendre le salut de nos *start-up*, il n'est pas sûr que ces dernières sachent suffisamment grandir pour faire le poids face aux géants américains.

Pourquoi ne pas dès lors s'appuyer sur les avantages que compte la France ? Le rôle des grands groupes, dans ce cadre, s'avère prépondérant, ces derniers comportant des atouts avec lesquels les *start-up* ne peuvent rivaliser : une infrastructure mondiale, une réputation, des relations de partenariat déjà établies, une expertise en R&D, renforcée par des brevets, une expérience des enjeux de régulation et enfin une excellence dans les processus. Si les grandes entreprises savent allier ces capacités à une approche entrepreneuriale développée en interne, elles devraient pouvoir tirer parti de l'innovation.

Pour ce faire, les grandes entreprises devront opérer quelques adaptations, à commencer par la remise en question de leurs modèles d'affaires. Par exemple, une entreprise de BtoC doit pouvoir coopérer avec Google – s'adapter au système de visibilité et de rémunération de ce dernier – tout en travaillant à reprendre en main la relation client à l'ère numérique. Autre enjeu, la gestion des données devenant essentielle, le recrutement de spécialistes, des *data scientists*, tout comme celui de salariés capables de faire le lien entre le modèle d'affaires, le marketing et les données, est essentiel. Au final, c'est l'ensemble des compétences des salariés qui devront être réévaluées en fonction de leur interaction plus ou moins productive avec les machines.

Au-delà, pour améliorer leur accès à l'innovation, l'identification des tendances et la création de partenariats avec les *start-up*, les grandes entreprises ont intérêt à promouvoir l'innovation ouverte – et elles sont de plus en plus nombreuses à le faire – par le biais d'incubateurs et accélérateurs, de *fab lab*, de

fonds de *corporate venture*, voire par la contraction d'alliances avec leurs concurrents pour des projets spécifiques.

3 - LA PUISSANCE PUBLIQUE FACE À L'INNOVATION : STIMULER L'INNOVATION ET ANTICIPER SES EFFETS NÉGATIFS

Les entreprises ne sont pas les seules à pouvoir favoriser l'innovation. La puissance publique elle aussi se doit d'y participer, d'une part en établissant les conditions optimales pour son développement, d'autre part en apportant une réponse adaptée à ses effets indésirables.

La puissance publique peut tout d'abord co-financer l'innovation de façon ciblée et participer à sa structuration par la commande publique, les règles relatives aux appels d'offre publics ou la mise en place d'incitations auprès des consommateurs.

Elle peut ensuite réguler la circulation des données en travaillant à la définition de bonnes pratiques concernant le traitement de l'information, et en s'intéressant notamment aux questions liées au respect de la vie privée, sujet de préoccupation en France. Les craintes à ce sujet méritent toutefois d'être relativisées, car si l'attention s'est focalisée jusqu'à présent sur les données personnelles, à l'avenir ce seront les données générées par les machines qui vont surtout croître.

L'enjeu le plus important reste l'appréhension des potentiels effets négatifs de l'innovation. La nouvelle révolution industrielle aura sans aucun doute des conséquences importantes sur la structuration de l'économie, à commencer par l'emploi, et donc sur la nature et la proportion des inégalités. Face aux menaces qui se font jour, hommes politiques et salariés n'hésitent pas à faire part de leur réticence. Or il ne faudrait pas, sous prétexte de craintes infondées, mettre en péril une source de croissance avérée, et il sera sans aucun doute plus utile d'accompagner les conséquences négatives de l'innovation que de tenter de freiner cette dernière.

Certains analystes n'hésitent pas à déclarer qu'avant la fin de ce siècle, plus de la moitié des emplois d'aujourd'hui seront remplacés du fait de l'automatisation : les innovations futures rendront donc certains emplois obsolètes,

aussi bien d'ailleurs manuels qu'intellectuels. On peut s'attendre ainsi à l'augmentation concomitante du nombre de métiers très qualifiés liés aux données et à leur analyse et de celui de métiers très peu qualifiés, surtout dans les services, dont le salaire va diminuer. Entre les deux, les métiers moyennement qualifiés – transport, logistique, postes administratifs notamment – seront voués à être remplacés par des machines. La polarisation du marché du travail ira croissante, alliant la stagnation des revenus médians réels aux inégalités croissantes dans le revenu du travail et la distribution du revenu entre capital et travail.

Mais si dans le court terme ces frictions sont inévitables, cela ne signifie pas pour autant que la technologie est source de chômage. Le néo-luddisme en vogue aujourd'hui, selon lequel la productivité liée au progrès technologique serait la cause première des tensions du marché du travail, ne résiste pas à l'épreuve des faits. En effet, par le passé, la croissance de la productivité s'est toujours accompagnée d'une croissance de l'emploi, et non par des pertes d'emplois. Enfin, tous les secteurs ne sont pas concernés de la même manière par l'automatisation. S'il ne fait aucun doute que les hommes se verront de plus en plus remplacés par les robots pour des tâches standardisées, certains travaux peu qualifiés, notamment dans les services, continueront à demander une attention singulière et humaine, d'autant que la demande de tels services s'accroîtra à mesure que les revenus des plus qualifiés augmenteront.

En règle générale, le rôle de la puissance publique, dans ce contexte, est de veiller à la redistribution de la richesse générée par ces technologies. Si la France n'est pas en reste en la matière, le risque serait plutôt ici de prêter tant d'attention à cette redistribution que l'innovation perde de son attrait. La puissance publique devrait aussi veiller à accompagner le développement des services plus ou moins qualifiés, flexibles, suscités indirectement par l'innovation, par une régulation du marché du travail adéquate.

NOTE INTRODUCTIVE

Sur les 34 plans industriels lancés par le gouvernement en septembre 2013, la moitié concernait le domaine du numérique et des nouvelles technologies. Pourtant, dans le même temps, l'irruption des voitures de tourisme avec chauffeur (VTC) sur le marché des taxis et les crispations des pouvoirs publics et de certains acteurs privés à ce sujet ont montré combien le chemin à parcourir était long jusqu'à l'entière acceptation de l'innovation, et donc de ses conséquences sur l'environnement concurrentiel, le marché du travail et le tissu social.

La France se caractérise davantage que d'autres pays par une certaine résistance à l'égard de l'innovation de la part de ses pouvoirs publics, mais aussi de certaines entreprises. Pour ne prendre qu'un exemple parmi d'autres, alors que les industriels français n'ont pas tous fait la révolution de l'automatisation de la production, celle de la robotisation semble encore plus éloignée : en novembre 2013, 167 000 robots fonctionnaient en Allemagne, près de 100 000 en Italie mais seulement 37 000 en France. La France ne compte par ailleurs aucun géant mondial du numérique, les États-Unis étant largement dominants en la matière.

La diffusion de l'innovation, synonyme de productivité et de croissance, est cruciale pour notre pays. Nous nous interrogeons donc, dans cette note introductive, sur les atouts qui pourraient permettre à notre pays de mieux tirer parti des nouvelles tendances de l'innovation, mais aussi sur les obstacles qu'il s'agit de lever pour y parvenir.

1 - VERS UNE TROISIÈME RÉVOLUTION INDUSTRIELLE ?

Deux visions distinctes, mais un constat commun

Entre 1950 et 1968, la croissance de la productivité du travail était d'environ 2,9 % aux États-Unis, contre 1.6 % entre 1969 et 1995. Dès le milieu des années 1990, la croissance de la productivité américaine repart à la hausse : entre 1996 et 2004, elle était de 3,1 % par an en moyenne. La révolution des technologies de l'information et de la communication s'est avérée être un moteur important de ces gains de productivité qui ont bénéficié à l'industrie et aux services. À partir de 2004 et notamment suite à la crise économique et financière de 2008 qui s'est accompagnée d'un effondrement du niveau d'emploi, la productivité du travail s'est essoufflée ; en moyenne, elle n'était plus que de 1,3 % par an entre 2005 et 2011. En France, la situation n'est pas plus encourageante : dans les années 1960, la productivité du travail a progressé de plus de 5 %, contre moins de 2 % dans les années 1990. Depuis la crise, la productivité ne progresse plus que de 0,4 %.

Paradoxalement, ces faibles gains de productivité se produisent dans un contexte où le progrès technologique est en constante évolution. La machine à innover tourne à plein régime – certains parlent ainsi de « nouvelle révolution industrielle ». Pourtant les effets escomptés tardent à se faire sentir. Car à l'opposé de ce qui se passe aujourd'hui, les deux premières révolutions industrielles avaient engendré des bouleversements majeurs dans les économies des pays les plus développés de l'époque. La machine à vapeur, les chemins de fer, l'électricité ou encore les produits chimiques, toutes ces innovations de rupture avaient conduit à une forte amélioration du niveau de vie des citoyens et de grands bouleversements dans les systèmes de production.

Cette situation soulève de nombreuses interrogations quant au potentiel des nouvelles technologies à stimuler la croissance économique. La période où l'innovation tirait la croissance et la productivité vers le haut est-elle révolue ? Assistons-nous à un déclin inexorable des gains de productivité ou la renaissance est-elle prochaine ? Ce débat divise les économistes.

Une vision pessimiste

La faible croissance de la productivité observée au cours de ces dernières années aux États-Unis a conduit à un certain scepticisme. Alors qu'ils sont les

premiers à adopter massivement les nouvelles technologies, les États-Unis enregistrent une croissance médiocre de leur PIB et font face à un chômage élevé. Dans la Silicon Valley – cœur de l'innovation américaine – certains ingénieurs se disent déçus de l'impact économique dérisoire des innovations actuelles et regrettent cette stagnation. Peter Thiel, fondateur de PayPal, n'hésite pas à déclarer que même aux États-Unis, l'innovation occupe aujourd'hui un statut entre « *la cause désespérée et la mort* »³.

Du côté des économistes, le constat est le même. Bien qu'ils ne nient pas qu'une nouvelle révolution industrielle semble être en marche, beaucoup affichent leur scepticisme quant aux bienfaits de l'innovation sur l'économie, et affirment que la technologie pourrait avoir épuisé son potentiel de stimulation de la croissance. C'est le cas par exemple de Tyler Cowen, professeur d'économie à l'Université George Mason, qui fait valoir dans son ouvrage *The Great Stagnation* (2011) que la récente crise financière et la faible reprise actuelle masquent en fait une profonde et troublante « grande stagnation » de l'ensemble de l'économie. Selon lui, ce phénomène permet d'expliquer pourquoi la croissance des salaires réels et de l'emploi des pays riches n'a pas évolué, voire ralenti depuis 2000. Cowen estime que même si les produits se sont améliorés depuis les années 1970, le développement des nouvelles technologies révolutionnaires, lui, a sensiblement ralenti, comme si le progrès technique avait atteint un seuil maximum et était désormais voué à la stagnation. Selon Cowen, la situation morose de l'emploi aux États-Unis s'explique par la baisse dramatique du taux d'innovation, qui indique le degré d'innovation d'une entreprise en termes de produits, services ou procédés nouveaux. Ce faible taux se traduirait par un moindre nombre de nouvelles industries créatives, et donc par moins d'emploi. À noter tout de même que depuis la publication de son ouvrage, Cowen tend à nuancer ses propos.

Parmi les économistes sceptiques, on compte également Robert Gordon, professeur de sciences sociales à Northwestern University, qui soutient que la productivité est condamnée à décliner⁴. Il considère que les récentes vagues d'innovations technologiques ne seront pas aussi transformatrices que l'ont été celles des deux précédentes révolutions industrielles. Gordon estime que

3. "Innovation in America is somewhere between dire straits and death", extrait de "Innovation pessimism: has the ideas machine broken down?", *The Economist*, 12 janvier 2013.

4. "Innovation pessimism: has the ideas machine broken down?", *op. cit.* L'article mentionne R. Gordon, « Is US economic growth over ? Faltering innovation confronts the six headwinds », CEPR Policy Insight No. 63, (2012).

les innovations fondamentales – comme l'utilisation de l'électricité à grande échelle par exemple – sont très peu nombreuses et qu'elles ont déjà toutes été réalisées. À ses yeux, il n'y aura plus d'innovation aussi radicale qui puisse apporter de réels bouleversements dans l'économie. Pourtant, cela n'empêche pas Gordon d'estimer que la révolution Internet en marche s'apparente à une troisième révolution industrielle. Cette révolution aurait commencé dans les années 1960 avec l'apparition des ordinateurs, puis par la suite, celle d'Internet et des téléphones mobiles. Selon lui, les années 1990 ont marqué l'apogée de l'ère « dot.com », mais au cours des dix dernières années, l'impact de la technologie sur la productivité a décliné. Gordon considère en fait que la troisième révolution industrielle est infiniment moins puissante que les deux précédentes, reprochant aux innovations de la dernière décennie d'être uniquement centrées sur le divertissement et la communication, offrant simplement un service identique à ce que nous pouvions déjà faire auparavant. Finalement, ces innovations, axées sur les médias sociaux et le divertissement, fournissent de nouvelles opportunités de consommation, mais ne permettent pas l'augmentation de la productivité du travail ou l'amélioration du niveau de vie.

Une vision optimiste

Tous les économistes ne sont pas aussi critiques. C'est le cas par exemple de Peter Marsh, professeur à l'université de Sheffield, ou de James Tien, membre de la National Academy of Engineering. Selon ces derniers, une douzaine d'évolutions dans le domaine des technologies dispose aujourd'hui du potentiel nécessaire pour provoquer des bouleversements économiques et tirer la productivité du travail vers le haut. Pour Tien⁵, la prochaine révolution industrielle est en marche, axée sur la fabrication numérique et visant à améliorer la productivité par la « personnalisation de masse ». Peter Marsh confirme cette idée⁶ : la nouvelle révolution industrielle présente des caractéristiques bien spécifiques telles que l'entrelacement et le mélange d'un grand nombre de technologies et l'automatisation et la fabrication de produits de façon person-

5. J.M. Tien, "The next industrial revolution: integrated services and goods", *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 21 (3): 257-296, 2012.

6. P. Marsh, "The New Industrial Revolution: Consumers, Globalization and the End of Mass Production", Yale University Press, 2012.

nalisée. Marsh a la conviction que ces caractéristiques auront un impact majeur sur la croissance économique future.

Dans cette perspective, les deux économistes Erik Brynjolfsson et Andrew McAfee, dirigeants du Center for Digital Business du MIT, affirment dans *The Second Machine Age* (2014) que grâce aux technologies, la croissance économique devrait renouer avec ses plus belles heures. Loin d'avoir été épuisées, les possibilités de cette économie sont sans borne : « *la digitalisation rend disponibles des jeux de données massifs pertinents dans de nombreux cas, cette information pouvant être indéfiniment reproduite et réutilisée.* » Si la traduction économique en reste modeste, c'est en raison de la pléthore de services très bon marché ou gratuits (Skype, Wikipedia) ; de l'échelle des services où l'utilisateur est l'acteur principal (Facebook) ; et surtout de notre incapacité à mesurer pleinement l'ensemble des nouveaux biens et services produits.

Le fait que l'Internet n'ait pas encore permis de hausse significative des gains de productivité, illustration du paradoxe de Solow ⁷, pourrait se comprendre par l'analyse des cycles économiques longs par Schumpeter, qui a montré qu'il existait un certain décalage dans le temps entre la mise au point des innovations de rupture et leurs effets sur l'économie. Il y a bien un lien entre progrès technique et expansion économique : la diffusion des innovations caractérise la phase de croissance, tandis que la phase de contraction correspond au phénomène de monopole. Nous serions donc actuellement à l'aube d'une nouvelle phase d'expansion. Ainsi, les première et deuxième révolutions industrielles ont émergé trente à quarante ans après les innovations emblématiques qui les ont permises.

Une analyse plus approfondie des chiffres récents de la productivité irait dans ce sens. En 2005-2006, la productivité de l'économie dans son ensemble a certes connu un ralentissement, même si l'industrie s'est montrée plus résistante. Mais la crise économique et ses conséquences rendent les données disponibles très difficiles à interpréter, et il est encore trop tôt pour observer les effets de la technologie sur les secteurs les plus productifs. Dans une publication de novembre 2012, *Industrial Internet : pushing the boundaries of*

7. L'économiste Robert Solow déclarait ainsi en 1987 : « *You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics.* » Robert Solow, "We'd better watch out", New York Times Book Review, July 12 1987.

*minds and machine*⁸, le groupe américain General Electric (GE) mettait d'ailleurs en avant le fait qu'il existe un décalage entre les investissements dans les TIC et leurs effets : il faut attendre entre cinq et quinze ans pour observer une amélioration de la productivité. Autrement dit, on aurait tort de tirer des conclusions trop hâtives, rien ne prouvant que la stagnation des gains de productivité sera irréversible.

Dans tous les cas, malgré l'incertitude concernant les gains de productivité, une révolution industrielle semble à l'œuvre dans un certain nombre de secteurs.

Trois tendances de l'économie des données

Plusieurs ouvrages récents ont fait état d'une « troisième révolution industrielle ». L'économiste Jeremy Rifkin publie en 2011 *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World*, où il évoque la décentralisation de l'énergie par la combinaison des énergies renouvelables et de la communication en réseaux dématérialisés. Chris Anderson, rédacteur en chef de *Wired*, publie en 2012 *Makers: The New Industrial Revolution*, sur l'impression 3D et l'émergence d'un modèle de production industrielle créatif, collaboratif et ouvert. Enfin Andrew McAfee et Erik Brynjolfsson publient en 2013 *The Second Machine Age*. Pour ces derniers, le « Premier Age de la Machine » était la révolution industrielle née dans le sillage de la machine à vapeur à la fin des années 1700. Il s'agissait d'augmenter la force humaine concrète par de nouveaux outils, chaque nouvelle invention offrant une puissance toujours accrue, l'homme et la machine étant complémentaires. Dans le « Second Age de la Machine », un plus grand nombre de tâches cognitives sont rendues automatiques, les êtres humains et les machines à logiciel se substituant de plus en plus les uns aux autres.

Trois tendances se dessinent : la digitalisation des activités, dans laquelle on peut inclure le *big data* (le traitement des données à grande échelle); l'automatisation et l'optimisation des ressources et enfin les nouvelles technologies de production, de la robotique à l'impression 3D. Cette révolution industrielle se caractérise par le développement de l'analyse et de l'utilisation des données dans des proportions inédites. En effet, la quantité d'information disponible

8. 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>

dans le monde est en essor constant : chaque année les ordinateurs sont plus rapides, le nombre de données allant croissant à une vitesse considérable. L'humanité aurait créé 150 exabytes (milliards de gigabytes) de données en 2005, et en 2010, le chiffre serait monté à 1 200 exabytes. C'est ce qui conduit *The Economist*, en février 2010, à désigner les données comme « *the new raw material of business* »⁹. La révolution des données n'a pas qu'un impact virtuel : après le développement de l'informatique dans les années 1960, puis l'apparition de l'Internet, sont apparus les objets connectés, appelés également web 3.0 ou Internet des objets, où les objets du monde réel communiquent entre eux et avec des systèmes informatiques classiques, notamment au moyen de capteurs. Ces nouveautés pourraient avoir un impact décisif sur les gains de productivité¹⁰.

Big data

Le traitement de données en très grand nombre est permis à la fois par l'accroissement du nombre des données disponibles et la puissance accrue des ordinateurs. L'impact du *big data* est considérable et touche l'ensemble des secteurs. Quelques exemples peuvent en être cités. Les banques peuvent créer des services personnalisés selon le modèle américain des « *card-linked offers* » (CLO), des offres commerciales ciblées sur la base des dépenses de chaque client avec sa carte bancaire. Les acteurs de la distribution peuvent utiliser les données sur leurs clients et les corrélations qu'ils observent pour adapter leur ciblage marketing et leur offre et fidéliser leurs clients ; idem pour les assurances. À tel point qu'aujourd'hui, les acteurs du BtoC ne raisonnent plus selon des catégories socioprofessionnelles mais selon le comportement réel des consommateurs. Pour se traduire en ventes, les résultats obtenus doivent être traités, intégrés à d'autres données comme celles de la météo locale ou des événements sportifs. Cela permet, par exemple, de lancer des campagnes de publicité ciblées sur Internet et sur mobile. Ces techniques,

9. « *Data, data everywhere* », *The Economist*, Special report, 25 février 2010.

10. C'est ce que GE, dans son rapport de 2012 (cf, note 8) appelle « the Industrial Internet » ou Internet industriel, reliant réseaux, données et machines. Selon les calculs de ce rapport, si le reste du monde atteignait la moitié des gains de productivité des Etats-Unis, l'Internet industriel pourrait ajouter au PIB mondial entre 10 000 et 15 000 milliards de dollars – la taille actuelle de l'économie américaine – sur vingt ans. Aujourd'hui, 9 milliards d'objets et de capteurs seraient déjà reliés à Internet. Les estimations varient, mais sont sans appel : ce nombre devrait être multiplié par cinq d'ici 2020.

appliquées à des cibles très précises, évitent la dispersion des moyens. Selon les secteurs, elles permettent de faire progresser les ventes, essentiellement en magasin, de 20 à 130 %, pour des dépenses publicitaires de 30 à 40 % inférieures à celles des techniques conventionnelles¹¹. Par exemple, dépassant les méthodes d'achat d'espace ou de segmentation classiques, les nouvelles plates-formes technologiques de data marketing s'appuient sur les historiques de navigation et de recherches de l'internaute pour générer en temps réel des publicités correspondant à son profil. Ainsi, au lieu d'afficher une bannière standard présentant un modèle générique, celui-ci sera de la couleur préférée de l'internaute, les options mises en avant seront celles choisies sur un outil de simulation par lui ou par des clients dont le profil se rapproche le plus du sien¹². La relation établie avec le consommateur excédera aussi, de plus en plus, le moment de l'achat. Ainsi un constructeur automobile pourra utiliser les données relatives aux achats de ses clients, mais aussi celles transmises par les nouvelles voitures « intelligentes », sur la route ou la météo, ou encore l'usage du véhicule. Ces informations trouveront un usage interne, par exemple pour améliorer les véhicules, ou externe, en diffusant ces données à d'autres utilisateurs.

Autre domaine où les données apportent un confort supplémentaire, les bâtiments. Après la révolution numérique, la domotique change de dimension : il ne s'agit plus seulement d'opérer quelques applications confinant au gadget (activation d'alarme, commande du chauffage à distance) mais de numériser les bâtiments dans leur ensemble. Les enjeux sont considérables : aménagement urbain, architecture, qualité de l'habitat, sécurité, baisse des prix, handicap et dépendance, transition énergétique, services à valeur ajoutée.

Le BtoB n'est pas en reste. Les entreprises peuvent attendre du *big data* de nombreux avantages. Ainsi l'analyse des données relatives aux fournisseurs permet de réaliser des économies d'achats. L'état des machines peut être mieux contrôlé, l'efficacité des processus accrue.

11. « Ces entreprises qui surfent sur la vague du *Big Data* », Dominique Malecot, *Les Echos*, 20 février 2014.

12. Amazon est certainement le distributeur à penser de façon la plus innovante les possibilités offertes par le *big data*. En décembre dernier, il a ainsi déposé un brevet pour ce qu'il appelle l'« expédition anticipatrice » (*anticipatory shipping*), une méthode permettant de distribuer des produits avant que l'acheteur en ait effectué l'achat. Pour déterminer le produit à distribuer, Amazon considèrera les commandes antérieures, les recherches de produits effectuées sur le site, les « listes de souhaits », le contenu des « paniers » de commande en attente, les retours et même le temps passé par la souris de chaque usager sur les divers produits proposés sur le site.

Il y a quelques années, de telles technologies étaient uniquement accessibles aux plus grandes entreprises mondiales. Avec la baisse du prix de l'ordinateur et des logiciels et l'amélioration de leur puissance, cette technologie est aujourd'hui très répandue et accessible. Au total, la valeur ajoutée française de cette filière est estimée à 4,8 Mds € en 2010 avec une croissance d'environ 7 % par an, mais avec un impact bien supérieur sur l'ensemble des secteurs économiques, notamment par la marchandisation progressive de bases de données¹³.

Les entreprises ne sont pas les seules à profiter de ces nouveautés. Le secteur public lui aussi pourrait grandement tirer parti de ces innovations. L'Institut de l'entreprise a montré comment les villes pouvaient utiliser les innovations numériques pour rendre les services administratifs et les infrastructures plus efficaces – la « *smart city* »¹⁴. Il expliquera dans une étude à venir les implications de cette révolution pour l'éducation, en se penchant sur les MOOCs.

Autre exemple, dans sa lutte contre la fraude, Pôle emploi a décidé de mettre en place des processus de détection automatique des profils de chômeurs les plus susceptibles de frauder. Via le « *datamining* » (exploration de données), déjà appliqué dans les CAF, l'organisme va identifier les caractéristiques les plus fréquentes des fraudeurs et contrôler les chômeurs qui en sont les plus proches. Depuis la fin 2013, l'organisme dispose également de cartes montrant les types de fraudes les plus fréquentes selon les régions. Enfin, des réflexions ont actuellement lieu à la direction de la lutte contre la fraude sur le pistage des internautes via leur adresse IP. L'organisme pourrait ainsi repérer les chômeurs qui s'actualisent régulièrement depuis l'étranger.

Par ailleurs, même si elles restent aujourd'hui balbutiantes, les innovations attendues dans la santé sont considérables. Comme l'explique Janan Ganesh, chroniqueur au *Financial Times*, l'application du *big data* à celle-ci pourrait nous permettre d'anticiper les problèmes de santé avant qu'ils ne se manifestent et de les traiter sur-mesure¹⁵. En effet, « *presque tout ce qui détermine*

13. *Un principe et sept ambitions pour l'innovation*, rapport de la commission sous la présidence d'Anne Lauvergeon, octobre 2013.

14. Institut de l'entreprise, *Smart Cities. Efficace, innovante, participative : comment rendre la ville plus intelligente? 10 propositions pour faire émerger des villes intelligentes à la française*, novembre 2013. <http://www.institut-entreprise.fr/les-publications/smart-cities-efficace-innovante-participative-comment-rendre-la-ville-plus>

15. Janan Ganesh, « Big Data may be invasive but it will keep us in rude health », *Financial Times*, 21 février 2014.

notre santé, de notre code génétique à nos habitudes de consommation, devient objet de connaissance. Grâce à l'analyse des données, nous pouvons observer les motifs récurrents de certaines maladies, estimer l'efficacité des traitements et établir des liens entre des causes et des symptômes, tout cela de façon granulaire. La taille de l'échantillon ne sera plus réduite à des centaines de personnes. Elle s'étendra à des nations toutes entières. » Il est probable que la plupart des patients soient satisfaits voire demandeurs de ces évolutions. Enfin, les entreprises tireront parti, sans aucun doute, de la possibilité d'exploiter les données gratuites, le plus souvent issues des services publics – l'« open data » – en les combinant avec leurs propres données privées, afin d'améliorer leurs modèles d'affaires¹⁶.

Efficacité énergétique et gestion de la rareté des ressources

Selon Jeremy Rifkin, c'est l'efficacité énergétique permise par l'avancée technologique qui sera une des sources principales des gains de productivité et donc de cette révolution industrielle. « Au cours de la période de 1900-1980, explique Rifkin, l'efficacité énergétique¹⁷ s'est accrue régulièrement, de 2,5 % à 12,3 %, en même temps que se développait l'infrastructure des États-Unis. Elle a atteint un plateau et s'est stabilisée dans les années 1980 aux environs de 14 %, une fois l'infrastructure de la deuxième révolution industrielle complétée. Malgré une augmentation de 460 % en efficacité, 86 % de l'énergie que nous utilisons aujourd'hui continue à être gaspillée. Même si nous apportons quelques améliorations à l'infrastructure de la deuxième révolution industrielle, il est peu vraisemblable que cela ait un effet mesurable sur l'augmentation de la productivité et de la croissance (...) Avec le passage à une infrastructure de la « troisième révolution Industrielle », il est envisageable d'accroître l'efficacité jusqu'à près de 60 % au cours des 40 prochaines années. Il en résultera une augmentation spectaculaire de la productivité au-delà de ce que l'économie a connu au cours du XX^e siècle. »¹⁸ Pour Rifkin, l'infrastructure de cette nouvelle révolution industrielle repose sur l'association des énergies renouvelables et de la technologie de l'Internet : « dans l'ère à venir, des centaines de millions de personnes produiront leur propre énergie verte à la maison, au bureau et à l'usine, et elles se la partageront via un système "d'Internet de l'énergie" distribuée,

16. Cf. *Smart cities*, op. cit.

17. Soit en termes économiques, le fait de consommer moins d'énergie pour obtenir un même résultat .

18. Jeremy Rifkin, Synthèse du Master Plan pour la Région Nord-Pas de Calais, octobre 2013.

tout comme on crée et partage aujourd'hui des informations en ligne ». En d'autres termes, la rupture fondamentale à laquelle nous assistons est le passage d'un système énergétique centralisé et verticalement intégré, qui caractérise la deuxième révolution industrielle, à un système de production et de distribution décentralisé – ce que l'on appelle les *smart grids*.

Mais l'efficacité énergétique dépasse la simple gestion décentralisée, puisqu'elle concerne aussi la gestion intelligente des ressources rares. Les villes souhaitent par exemple être plus efficaces dans leur gestion de l'énergie, de l'eau ou des déchets.

Là encore, le rôle des données est central, puisque ce sont elles qui permettent de transmettre les informations sur la consommation énergétique des foyers ou le traitement de l'eau, afin de maîtriser les coûts, économiser l'énergie et adapter la distribution des ressources.

Nouvelles technologies de production

Les nouvelles technologies de production comprennent l'impression 3D, la robotique, la Simulation et Conception Assistée par Ordinateur (CAO) et la Fabrication Assistée par Ordinateur (FAO) ou fabrication numérique. Dans chaque cas, le traitement des données allié à la sophistication des outils numériques employés a permis de révolutionner les modes de production traditionnels.

Deux tendances méritent ici d'être distinguées. La première, qui regroupe la robotique, la CAO et la FAO, concerne l'irruption du numérique dans le monde physique de la production – l'*Industrial internet*. La seconde, dont les effets sont attendus dans le moyen terme, se rapporte à l'impression 3D.

L'Allemagne a ainsi lancé en 2012 un plan « Industrie 4.0 » qui vise à développer une usine connectée, intégrant l'utilisation conjointe de logiciels de conception et de machines communicantes, les chaînes de production devant pouvoir communiquer avec les robots, les automates, et les produits en cours de fabrication. Les États-Unis promeuvent de leur côté l'« *Advanced manufacturing* », afin de développer des machines extrêmement sophistiquées et des techniques de fabrication intégrant de la simulation, du contrôle de procédés, de nouveaux matériaux ou méthodes d'assemblage, et faisant appel à

la robotisation et à la cobotique¹⁹. Le gouvernement américain a ainsi lancé en 2011 un « *Advanced manufacturing partnership* », doté de 500 millions de dollars, qui commence à porter ses fruits, avec déjà 500 000 emplois créés. L'un des 34 plans du programme de reconquête industrielle lancé en septembre 2013 par le ministre du Redressement productif, « l'Usine du futur », s'inscrit dans cette perspective²⁰ mais propose des fonds bien inférieurs à ceux dégagés en Allemagne. Or ce sont ces technologies qui pour l'instant montrent les résultats les plus probants en termes de productivité.

L'« industrie 4.0 » présente en effet de nombreux intérêts : elle permet de produire économiquement de petites séries de produits avec une grande variabilité, en minimisant les coûts de prototypage dans certaines conditions, et en gagnant du temps²¹. Elle rend possible la compilation des données sur une courbe de production pour visualiser le taux d'exploitation de chaque unité et le différentiel avec un maximum théorique, afin d'optimiser le rendement en basculant la production sur une autre machine. La gestion par internet permet aussi de prendre en compte en temps réel les modifications des clients envoyées par e-mail, qu'elles concernent le nombre de pièces ou des modifications techniques. Enfin, la gestion améliorée de la production permet de ne pas remettre inutilement une machine en marche. Certains industriels espèrent ainsi que les machines deviendront une aide à la décision et, pour finir, qu'elles puissent prendre les décisions de façon autonome.

Parallèlement, les opportunités offertes par l'impression 3D, malgré l'éclat dû à son originalité, sont encore modestes. Bien que celle-ci date des années 1980, ses applications commencent seulement à voir le jour, la portée des changements attendus pouvant s'avérer immense. Elle permet ainsi d'accélérer les cycles de production et de développement produit, notamment grâce à un prototypage rapide et la possibilité de tester rapidement ces prototypes. Elle permet de développer de nouvelles stratégies de production et donc d'accroître les sources de profit possibles, en développant les petites séries, en personna-

19. La cobotique est une branche émergente de la technologie à l'interface de la cognitive et du facteur humain (comportement, décision, robustesse et contrôle de l'erreur), de la biomécanique (modélisation du comportement et de la dynamique des mouvements) et de la robotique (utilisation d'artefacts dans un but de production de comportements mécaniques fiables, précis et/ou répétitifs à des fins industrielles, de santé ou de convivialité).

20. Le plan Usine du futur vise à rationaliser les projets de recherche appliquée dans ce domaine, en les recentrant sur des axes communs. Elle se veut une réponse à la fois technologique, environnementale et humaine aux enjeux actuels.

21. L'utilisation de l'"usine numérique" a ainsi permis à Sanofi d'économiser 20 % sur le temps d'étude.

lisant à moindre coût²², en fabriquant des pièces destinées à constituer d'autres produits, ou encore en développant une économie du service après-vente. À l'avenir, des espaces relativement petits possédant une capacité d'impression pourraient remplacer les grands entrepôts régionaux des entreprises, ce qui favoriserait la constitution de clusters spécialisés.

Les produits issus de l'impression 3D sont nombreux, des pièces aéronautiques aux prothèses médicales. Mais la promesse de l'impression 3D, dans le domaine biologique, est encore plus grande : on espère pouvoir créer des tissus humains, couche par couche, à des fins de recherche, de développement de médicaments, et finalement pour remplacer des organes, comme le rein ou le pancréas. Des organes « bio-imprimés » pourraient ainsi être réalisés à partir des propres cellules des patients, sans être rejetés par le système immunitaire.

Pourtant si des secteurs comme l'aéronautique et l'aérospatiale ont intérêt à utiliser la 3D pour des pièces relativement uniques et complexes, les bienfaits de cette technologie pour le reste de l'industrie semblent encore limités. Selon le cabinet McKinsey, « *la pénétration de l'impression 3D dans l'industrie sera de 10 %, au grand maximum* »²³. Et si le McKinsey Global Institute estime les implications économiques de l'impression 3D à 550 milliards de dollars par an d'ici 2025²⁴, d'autres sont plus sceptiques. En cause, le coût des imprimantes et des matériaux, le fait que la production soit trop lente pour concurrencer les procédés industriels classiques, l'absence d'économies d'échelle et les enjeux de propriété intellectuelle.

Dans ces trois secteurs, *big data*, efficacité énergétique et nouvelles technologies de production, on constate un brouillage des frontières entre le virtuel et le réel. Certains commentateurs n'hésitent pas à déclarer que les usines sont devenues des machines que l'on commande à distance. C'est aussi la définition de l'objet qui s'en trouve transformé – on parle aujourd'hui d' « Internet des objets ». Initialement objet numérique derrière un écran, il émane de lui une

22. La société chinoise Shanghai WinSun Decoration Design Engineering Co. a ainsi imprimé en avril 2014 les pièces composant une dizaine de maisons en 24h, qui ont ensuite été assemblées. Ces bâtiments, qui mesurent 200 mètres carrés chacun, coûtent environ 30.000 yuans, soit près de 3.500 euros.

23. Cité par *Les Echos*, « Les industriels américains s'affrontent sur le potentiel de l'impression 3D », Lucie Robequain, 9 avril 2014.

24. *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*, mai 2013.

fois fabriqué une “aura numérique” en raison de multiples connexions qu’il peut établir avec son environnement grâce à des capteurs²⁵. Parallèlement, les « makers » dont parle Chris Anderson ne veulent plus rester de passifs consommateurs : « *La révolution actuelle ne consiste pas à opposer l’impression 3D (additive manufacturing) aux méthodes de production traditionnelles (subtractive manufacturing) ; elle consiste dans la capacité que nous avons de transformer les données en objets, et ces objets en données* ». La distinction entre le consommateur et le producteur s’estompe - jusque dans le service public, où la participation du consommateur à la production est également possible²⁶.

Digitalisation, automatisation, optimisation des ressources présentent un autre point commun, celui d’offrir une personnalisation accrue des services. Il est par exemple possible de personnaliser ses déplacements grâce à des applications géolocalisées (*big data*). La SNCF espère ainsi pouvoir personnaliser de plus en plus le voyage de chacun, en passant d’un modèle « gare à gare » à un modèle « porte à porte » et en proposant des solutions de transport d’un bout à l’autre du trajet. En devenant « intégrateur de transport », il veut résister aux grands acteurs Internet, comme Google, qui lorgnent ce marché en expansion. Autre possibilité d’individualisation, celle des tarifs de consommation de l’énergie en fonction des comportements réels de chacun. Enfin, la fabrication d’objets « sur mesure » à faible coût sera désormais possible avec l’impression 3D.

Dernier atout, et non des moindres, ces trois nouvelles tendances viennent remettre en cause des secteurs à faible productivité comme l’administration, la santé, voire l’éducation (*big data*) ou organisés en oligopole (efficacité énergétique).

25. Dans quelques années, une vague d’appareils connectés devrait arriver sur le marché, et fonctionner grâce à un wi-fi à très bas coût et très basse consommation d’énergie. Certains capteurs n’ont même pas d’alimentation électrique par pile : ils tirent leur énergie de l’environnement, comme les organismes vivants.

26. Cf. Institut de l’entreprise, *Service public 2.0*, par Elsiabeth Lulin, juillet 2013, et *Smart cities*, *op. cit.*

2. LES ENTREPRISES FRANÇAISES ET L'INNOVATION : RISQUES, FORCES ET FAIBLESSES, NÉCESSAIRE ADAPTATION

Comme l'écrit Nicolas Colin, « *Si nous réussissons la transition numérique de l'économie française, alors nous resterons l'un des pays les plus développés du monde ; si, au contraire, nous échouons, nous devons renoncer à notre modèle social et deviendrons progressivement pour les États-Unis ce que les anciennes colonies françaises ont été pour la France prospère des Trente glorieuses : une source de matière première (dans l'économie numérique = de la R&D et des données) et un simple marché de débouchés où plus aucune entreprise ne paiera d'impôts – les entreprises étrangères parce qu'elles n'auront même pas besoin de s'établir sur notre territoire pour y faire des affaires ; les entreprises françaises parce que leurs marges seront anéanties par de vains efforts de compétitivité.* »²⁷ La France ne peut prendre le risque de passer à côté de ces opportunités. Or il n'est pas sûr qu'elle mesure suffisamment l'importance de ces évolutions, si l'on s'en fie à son rang en termes d'innovation au sein de l'Union européenne : celui-ci reste moyen, puisqu'elle appartient aux « *innovation followers* » en termes de « *innovation performance* », ces *followers* se caractérisant par une performance proche de la moyenne de l'UE²⁸.

Destruction créatrice

L'économie numérique, aujourd'hui en plein essor, est dominée par quelques grandes entreprises américaines, géants industriels à la stratégie éprouvée. Or les indicateurs de l'économie française révèlent l'échec de cette dernière à se développer à ce que Nicolas Colin appelle la « *frontière de l'innovation* », soit « *le stade du développement économique où le rattrapage des économies les plus avancées est achevé et où seule l'innovation peut générer de nouveaux*

27. Nicolas Colin, « L'industrie du taxi à la frontière de l'innovation », 15 avril 2014 ; <http://colin-verdier.com/l-industrie-du-taxi-a-la-frontiere-de-l-innovation>

28. Commission Européenne, *Innovation Union Scoreboard 2014* ; http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/ius/ius-2014_en.pdf. L'innovation opérationnelle est mesurée au moyen d'un indicateur composite – le Summary Innovation Index – qui évalue notamment la performance de 3 principaux types d'indicateurs – les conditions facilitatrices, les projets des entreprises et les résultats – et 8 dimensions de l'innovation, aboutissant au total à 25 indicateurs.

gains de productivité »²⁹ : la croissance y est faible ; les entreprises ne parviennent pas à reconstituer leurs marges ; l'augmentation du revenu par tête est comme interrompue. « Depuis plusieurs décennies, ajoute Colin, la France s'est plus ou moins arrêtée d'innover et a choisi d'opter pour des efforts de développement centrés sur les débouchés à l'export (= la mondialisation), l'optimisation des chaînes de production (= le restructuring, le downsizing, le reengineering, etc.), la sophistication de la finance (= la crise de 2008) et finalement la baisse du coût du travail (= le pacte de responsabilité). »

Les difficultés de la France à se développer « à la frontière » tiennent en partie à son modèle de développement et à la place prépondérante des grandes entreprises dans ce modèle. La France, tout d'abord, s'est historiquement spécialisée dans le rattrapage de l'économie américaine. La croissance élevée des Trente Glorieuses est le résultat d'une politique industrielle conçue pour répliquer le développement de l'économie américaine, en faisant grandir des champions nationaux soutenus par la puissance publique à l'abri de frontières fermées. Cette politique a été si réussie que « nous avons le plus grand mal à faire notre deuil de cette politique industrielle ». Pouvoirs publics, administrations, grandes entreprises et investisseurs continuent à penser dans les termes de la réplification des avancées américaines³⁰. Mais le rattrapage est devenu impossible dans l'économie numérique globale, les frontières commerciales étant plus ouvertes que jamais. C'est pourquoi l'économie numérique présente presque toujours des marchés concentrés à l'échelle globale du fait des effets de réseau. Ainsi, conclut Nicolas Colin, « une fois qu'une position a été prise par une entreprise américaine, il n'y a plus de rattrapage possible par une entreprise d'un autre pays », et « il n'est plus possible de partir à l'assaut d'une filière une fois que sa transformation numérique est achevée. »

À ce premier constat s'ajoute le fait que la France est dotée depuis longtemps de grandes entreprises aux modèles d'affaires traditionnels qui sont restés jusqu'ici peu touchés par le numérique. Or même si les grandes entreprises françaises dominant leur filière à l'échelle globale et que ces positions pourraient être préservées après la transformation numérique de ces filières, il semble impossible de rester dominant sans être capable de transformer son modèle d'affaires – comme l'a fait par exemple Apple. Or les grands groupes français sont victimes de ce que Clayton Christensen, professeur à la Harvard

29. Nicolas Colin, *op. cit.*

30. il en est ainsi de cette question récurrente de savoir si la France peut créer un Google français.

Business School, a appelé le « dilemme de l'innovateur » : il est difficile de pratiquer soi-même des innovations de rupture quand l'intérêt objectif de court terme de l'entreprise est la préservation du *statu quo*. Les entreprises sont donc tentées de se contenter d'innovation incrémentale et de montée en gamme, l'innovation de rupture restant très risquée pour les carrières des grands dirigeants. D'autres freins internes aux grandes entreprises sont aussi en jeu : leur structure, peu propice à l'innovation ; leur organisation en silos ; enfin le déficit de compétences en termes d'analyse des données, l'apanage de ce qu'on appelle aujourd'hui des « *data scientists* ».

Les risques que courent les grandes entreprises, dans ce contexte, à ne pas suivre la dynamique d'innovation à l'œuvre aujourd'hui sont forts. Le plus imminent est celui du déplacement des géants internationaux de l'économie numérique – les « GAFA », Google, Apple, Facebook, Amazon - sur la chaîne de valeur. Cette menace s'avérera d'autant plus forte pour les entreprises dont les modèles d'affaires restent adossés à des rentes de situation.

Quelques exemples : Facebook possède son propre AI lab, pour développer l'intelligence artificielle, mais s'est aussi lancé dans les services de paiement en ligne, le réseau social étant en attente de l'autorisation pour la mise en place d'un service de stockage et d'échange d'argent. IBM et Véolia sont aujourd'hui en concurrence pour l'obtention de contrats proposés par les villes pour le traitement de l'eau, l'utilisation de capteurs numériques sur les réseaux étant désormais monnaie courante. Quant à l'énergie, les agrégateurs se trouveront rapidement en concurrence avec les producteurs d'électricité. Les acteurs de l'Internet n'hésitent pas à réaliser des acquisitions en ce sens. Ainsi, en janvier 2014, Google passe à l'offensive sur le marché de la maison connectée en mettant la main sur Nest, *start-up* connue pour ses thermostats et ses détecteurs de fumée intelligents, pour un montant de 3,2 milliards de dollars. Au total, Google vient d'acheter huit entreprises spécialisées dans la robotique. Il a également fait l'acquisition de Waze, qui suit les différents trajets effectués par les automobilistes, compilant le respect des limitations de vitesse, le comportement par rapport à la moyenne des conducteurs, la durée des trajets, la régularité. Le « Wazer » d'un individu est souvent connecté avec son compte Gmail, lequel contient une mine de données pertinentes sur son profil sociodémographique, son rythme de vie, voire son état de santé. Or ces données seraient essentielles à un assureur soucieux de déterminer avec

précision le degré de risque d'un conducteur. À quand l'apparition de Google sur le marché de l'assurance ?

Le plus souvent, des partenariats entre des acteurs traditionnels et ceux du numérique émergent, mais ces partenariats ne pourraient être que temporaires : demain, l'automobile connectée pourrait bien être fabriquée par Google, et non par un constructeur, alors que l'entreprise a été pionnière dans la voiture sans conducteur³¹.

Dans ce contexte, si l'enjeu crucial est de faire émerger de futurs champions numériques capables de dominer leur filière dans l'économie numérique globale, d'où ces champions pourront-ils provenir ? Les *start-up* sont souvent le premier vivier cité, mais leur réussite, en France, reste mitigée. Et Nicolas Colin d'ajouter : « *A une exception près (Apple), les grandes entreprises américaines qui dominent l'économie numérique sont d'anciennes start-up nées après la révolution numérique. Le problème, vu de France, est que nous n'avons jamais réussi à faire d'une start-up un géant industriel dominant sa filière à l'échelle globale. Les obstacles sont identifiés. On peut en lever certains, notamment sur le marché du capital-risque. Mais les start-up ne sont pas notre meilleur espoir. D'ailleurs, une sorte de « start-up fatigue » commence à se faire jour : cette impression qu'à force de célébrer les start-up on s'accommode très bien du fait qu'elles restent bloquées à cet état primitif et que, contrairement à ce qui se passe aux États-Unis, elles ne deviennent jamais des géants industriels.* » C'est pourquoi, à côté des PME et des ETI qui peuvent tout à fait se muer en champions numériques, les grands groupes, malgré leurs faiblesses, ne devraient pas être négligés.

Rest que les difficultés des entreprises françaises ne concernent pas seulement les entreprises numériques à proprement parler. L'industrie elle-même semble avoir pris un certain retard dans l'automatisation et la robotique. Selon une étude publiée en avril 2014, le BCG dessine une nouvelle géographie de la compétition industrielle mondiale à partir de l'étude comparée de la compétitivité des vingt-cinq plus gros pays exportateurs de biens manufacturés³². L'une des tendances les plus fortes relevée par le BCG est l'érosion marquée

31. Ces questions de déplacement sur la chaîne de valeur sont évoquées dans *Smart cities, op. cit.*

32. Communiqué de presse, « Study Reveals Striking Shifts in Global Manufacturing Costs over the Past Decade », 25 avril 2014 ;

<http://www.bcg.com/media/PressReleaseDetails.aspx?id=tcm:12-159505>

de l'avantage compétitif de la Chine, en particulier par rapport aux États-Unis. Ce resserrement tient notamment à l'augmentation des coûts salariaux dans les usines chinoises et à la baisse concomitante de ces mêmes coûts dans le secteur manufacturier aux États-Unis. Apple, General Electric, HP ont ainsi choisi ces derniers mois d'installer de nouvelles usines aux États-Unis ou de rapatrier certaines productions localisées en Chine. Ce mouvement de relocalisation pourrait même s'accroître dans les prochaines années. Or la France ne semble pas profiter de ce mouvement : selon le BCG, la dégradation de la compétitivité industrielle de la France tient à l'absence de modération salariale lors de la décennie écoulée et à la faible croissance de la productivité, notamment parce que la France n'investit plus dans ses usines, accumule les retards dans leur automatisation et peine à assurer la montée en gamme de son industrie³³.

Le rôle des grands groupes

Atouts des grandes entreprises

Les atouts des grands groupes français sont de trois sortes. Leur importance historique en France et leur taille leur offrent une position dominante dans de nombreux secteurs, et un grand nombre de compétences. Les grandes entreprises n'ont pas toujours pu tirer parti de leur position : ce changement s'explique notamment par l'évolution de la nature de l'innovation. Si la première moitié du XX^e a vu de grandes innovations fleurir dans les laboratoires de grandes entreprises, la taille de certaines d'entre elles, devenue très importante à partir des années 1960, a pu susciter l'apparition d'une bureaucratie croissante faisant obstacle à l'innovation, surtout quand elle provenait d'initiatives marginales, ce qui a souvent entraîné le départ des cadres les plus innovants. Aujourd'hui, l'accélération de la concurrence entre les *start-up* fait que les entreprises les plus jeunes ne peuvent profiter bien longtemps de leurs percées, toujours susceptibles d'être imitées par de nouveaux concurrents. Cela plaide pour des innovations en termes de modèles d'affaires, et non simplement de technologie. Or en la matière, les grands groupes offrent des

33. « La géographie des coûts de production chamboulée », Anne Eveno, *Le Monde*, 25 avril 2014 ; http://abonnes.lemonde.fr/economie/article/2014/04/25/la-geographie-des-couts-de-production-chamboulee_4407385_3234.html

atouts avec lesquels les *start-up* ne peuvent rivaliser : une infrastructure mondiale, précieuse dans le cas où la distribution des produits entre en ligne de compte ; une réputation ; des relations de partenariat déjà établies ; une expertise en R&D, renforcée par les brevets ; une expérience des enjeux de régulation ; enfin une excellence dans les processus. Or ces atouts prennent tout leur sens lorsque l'entreprise permet à des équipes particulièrement innovantes de les utiliser³⁴. C'est de cette façon que Medtronic a développé avec succès le programme « Healthy Heart », afin de diffuser des pacemakers en Inde, sa connaissance des aspects réglementaires et du marché indien ayant été cruciale. L'expérience de Medtronic est un exemple réussi de la nouvelle donne de l'innovation : un mélange entre une approche entrepreneuriale et des capacités unique offertes par une entreprise.

En deuxième lieu, alors que l'innovation de l'Internet donnait plutôt l'avantage aux *start-up*, l'innovation portée par le *big data* et les données semble plutôt favoriser les grandes structures, dont le nombre de données et la capacité à les traiter sont en théorie plus grande, mais supposent qu'elles parviennent à adopter une organisation adaptée à cette perspective³⁵.

Enfin, leur politique d'essaimage, la pratique de l'open innovation auprès des PME ou la constitution de fonds d'investissements internes leur permettent de jouer un rôle moteur pour développer d'autres entreprises innovantes mais aussi renforcer leurs propres compétences.

Il s'agit donc de penser de manière concrète comment les grandes entreprises françaises peuvent s'adapter afin de tirer profit du contexte mondial d'accélération de l'innovation.

Une nécessaire adaptation

Les grandes entreprises se devront de remettre en question leurs modèles d'affaires, ce que certains acteurs traditionnels ont déjà amorcé, parfois avec succès, tout en tablant sur leur valeur et historique propre. C'est ce qu'explique François Gri, directrice générale de Pierre&Vacances-CenterParcs, concernant le secteur du tourisme: « *Dans le domaine du tourisme, Google n'est pas dans un rapport de transaction commerciale et ne le sera sans doute jamais. Mais il*

34. « The new corporate garage », Scott D. Anthony, *Harvard Business Review*, septembre 2012.

35. Institut Diderot, « L'avenir des *big data* », conférence de Kenneth Cukier, 3 avril 2014.

est bel et bien devenu le principal détenteur de la relation client. Ce constat place les acteurs traditionnels du séjour touristique face à un dilemme : devant l'emprise de Google, la coopération est nécessaire. Mais la remontée en valeur l'est tout autant, sous peine de tomber dans une dépendance qui peut se révéler mortelle à moyen terme. Coopérer, c'est s'adapter au système Google, à ses conditions de visibilité et de rémunération. C'est produire des contenus à haute valeur ajoutée, bien positionnés pour remonter dans les requêtes du moteur, et savoir promouvoir ses offres. Mais dans le même temps, c'est travailler d'arrache-pied pour reprendre en main la relation client digitalisée et réinventer le rôle de l'hébergeur traditionnel dans une chaîne de valeur éclatée. Demain, la valeur d'un groupe comme Pierre & Vacances - Center Parcs résidera dans sa capacité à fournir à ses clients des expériences uniques, dans ses résidences comme à l'échelle du bassin touristique local. Ces expériences, il nous faut les inventer dès à présent. La différence, j'en suis convaincue, se fera dans la qualité de la relation, dans le lien humain, dans le respect des personnes.³⁶» Si les grands groupes s'allient aux acteurs des données, ce qui semble parfois inévitable – Veolia à IBM dans les services aux municipalités, Festo, leader des automatismes, avec SAP –, cela devra toujours être avec prudence.

Pour les industriels, la mise en oeuvre de nouveaux modèles d'affaires nécessitera inévitablement un saut culturel. Jusqu'ici, le coeur de leur métier consistait à fabriquer des objets, voire en assurer le service après-vente. L'Internet des objets exigera d'autres compétences car ils devront aussi gérer la masse d'informations générées par l'objet, une fois vendu au client. C'est donc à partir du moment où le produit sortira de l'usine que la relation avec le consommateur commencera.

Il sera également primordial pour les grandes entreprises de distinguer la simple innovation de productivité de l'innovation commerciale, selon les catégories établies par Christensen. En effet, une avancée technologique sans changement de modèle d'affaires n'est vraisemblablement pas une véritable innovation, mais un gain de productivité, et se « commoditise » en un instant, sans permettre à l'entreprise de se différencier.

36. Françoise Gri, « Repenser le tourisme à l'ère de Google », 20 janvier 2014 ; <http://www.francoisegri.com/1175-repenser-le-tourisme-a-lere-de-google>

La gestion des données devenant un enjeu essentiel, le recrutement de spécialistes tout comme la formation du personnel en la matière seront indispensables. Les métiers liés aux données sont de plusieurs sortes, et ne se résument pas aux ingénieurs, loin de là. Il s'agit en premier lieu des métiers d'analyse des données dévolus aux scientifiques, les fonctions de *data scientists*. Ces compétences sont de plus en plus recherchées : la donnée est abondante, mais la capacité à l'analyser très rare. Il s'agit ensuite de tous les métiers impliquant une interaction entre l'homme et la machine, et exigeant de faire le lien entre le modèle d'affaires, le marketing et les données. De nouveaux métiers devraient apparaître : par exemple si la télémédecine se développe, on peut imaginer que l'accompagnement du diagnostic ne sera pas nécessairement réalisé par un médecin, mais par du personnel médical formé à la compréhension des données.

Une fois ce recrutement réalisé, le management et la rétention de ces salariés impliquera une adaptation de la culture d'entreprise. Ainsi, il faudra savoir leur offrir suffisamment de liberté pour qu'ils mènent à bien leur recherche et les évaluer selon des critères adaptés. Au-delà, c'est l'ensemble des compétences des salariés qui devra être réévalué, en fonction de leur interaction plus ou moins productive avec les « machines »³⁷. L'organisation de l'entreprise en sera nécessairement transformée, avec l'avènement de réseaux internes plus complexes et de pratiques de co-production et de co-responsabilité.

Promouvoir l'innovation ouverte

Si les entreprises s'intéressaient par le passé aux *start-up* afin de les acquérir, les stratégies qu'elles développent actuellement sont davantage axées sur le long terme et le développement conjoint de *start-up* qui bénéficient aux différents acteurs – c'est ce qu'on appelle l'innovation ouverte. Les incubateurs et accélérateurs soutenus par les grandes entreprises permettent ainsi à ces dernières de développer des technologies en interne grâce au partage de connaissances, tout en laissant la possibilité aux *start-up* et aux spin-offs de prendre leur envol si elles le souhaitent³⁸. Dans ce dernier cas, les relations

37. Dans *Average is over*, Tyler Cowen décrit les différents types d'interaction possibles entre l'homme et la machine : dans certains cas, hommes et machine seront substituables, dans d'autres – pour les personnes les plus qualifiées - ils seront complémentaires.

38. La pratique des incubateurs est développée dans Institut de l'entreprise, *Entreprise et territoires, pour en finir avec l'ignorance mutuelle*, septembre 2013, et dans *Smart cities, op. cit.*

privilegiées avec la grande entreprise ouvrent la voie à des partenariats futurs³⁹. Les grandes entreprises sont souvent transformées par les partenariats qu'elles peuvent nouer avec des *start-up* existantes qui leur apportent des compétences et changent leur culture⁴⁰. Certes la grande entreprise peut y perdre dans la maîtrise de la technologie, en revanche elle s'ouvre ainsi de plus grandes opportunités en termes d'innovation. La pratique des incubateurs privés est particulièrement développée en Allemagne, où les introductions en bourse de *start-up* sont rares : c'est le cas de Bayer Pharmaceuticals, de l'opticien Fielmann, de Pro7 (télévision), des supermarchés Rewe ou de Deutsche Telekom. Axel Springer a même lancé une structure, Plug & Play, associée avec des écoles – la Kellogg School of Management (Northwestern University), Stanford et l'université de Hambourg.

Les grandes entreprises françaises développent progressivement des partenariats de même type, même si leur engagement est pour l'instant hétérogène. Par exemple, SFR chapeaute les Innovation Datings ; Orange a lancé une structure réservée aux *start-up*, Orange Fab, basée aux États-Unis ; Total développe de nombreux partenariats avec des *start-up*. D'autres projets sont issus de partenariats entre les pouvoirs publics – et en premier lieu les villes – et les entreprises. Le Camping, à Paris, résulte d'un partenariat entre la région Ile-de-France et de grandes entreprises. La transformation de la Halle Freyssinet en incubateur de *start-up* numériques est l'un des projets phares de la mairie de Paris : ce sera le plus grand incubateur au monde, accueillant 1 000 *start-up* sur une surface de 30 000 mètres carrés. La ville de Paris rachètera le bâtiment à la SNCF et financera des travaux de voirie autour du site. La Halle sera ensuite revendue pour 70 millions d'euros à un consortium associant Xavier Niel (90 %) et la Caisse des Dépôts, pour un lancement en 2016.

L'innovation ouverte peut aussi passer par des moyens financiers innovants. Tendance de fond selon certains analystes, le *corporate venture* consiste dans des fonds de capital-risque détenus par des entreprises et prenant des participations dans des *start-up*. Le *corporate venture* existe depuis les années 1970 outre-Atlantique, où les géants du high-tech comme Cisco et Intel ont

39. Ce phénomène rejoint la pratique de 'essaimage, lorsqu'une entreprise aide ses salariés à créer une entreprise.

40. D. Manceau, P.F. Kaltenbach, L. Bagger-Hansen, V. Moatti, J. Fabbri, « Open Innovation: Putting External Knowledge to Work », *Supply Chain Management Review*, 2012, 42-49, et *Open Innovation – What's beyond the buzzword*, rapport i7, 2011.

très vite compris l'intérêt de développer un écosystème entrepreneurial autour d'eux afin d'innover le plus rapidement possible. En France, cette pratique s'est fortement développée à la fin des années 1990, même si la bulle Internet a pu amoindrir cet enthousiasme, avant de repartir depuis quelques années.

Les entreprises n'hésitent pas à s'allier entre elles pour créer de tels fonds. Ainsi Schneider Electric, après avoir pratiqué seul des investissements via un véhicule de 50 millions d'euros levé en 2003, s'est uni à Alstom et à Solvay pour fonder Aster Capital, à hauteur de 105 millions d'euros, spécialisé dans les *cleantech*. Deux ans plus tard, la SNCF, Total et Orange ont créé Ecomobilité Ventures, destiné à investir dans des solutions de mobilité innovantes. Dans l'intervalle, en 2010, Suez Environnement a donné naissance à Blue Orange, un fonds dédié aux technologies de l'eau et des déchets. Aujourd'hui, Safran et EDF réfléchissent à développer leur véhicule de *corporate venture*.

Ces fonds d'industriels ne sont pas forcément mus par un intérêt financier, à l'image des sociétés de capital-investissement classiques. Ce qui intéresse les entreprises qui investissent dans des *start-up*, ce n'est pas le retour financier, mais l'accès à l'innovation, l'identification des tendances et la création de partenariats avec les *start-up* pour conquérir de nouveaux clients, défricher de nouveaux marchés et réduire les coûts de R&D.

Les entreprises s'intéressent également de plus en plus au concept de « *fab lab* », issu à l'origine du Center for Bits and Atoms du MIT. Un *fab lab* est un laboratoire permettant d'inventer des objets en ouvrant aux individus l'accès à des outils de fabrication numérique, comme une découpe laser, une fraiseuse numérique, une défonceuse numérique, une découpe vinyle ou une imprimante 3D. Si les premiers projets étaient essentiellement issus d'universités ou de centres de recherches, les entreprises participent aujourd'hui à l'ouverture de certains *fab lab*. Orange a ainsi participé à la création du *fab lab* Thinging ! à Grenoble. Le groupe Adeo, propriétaire de Leroy-Merlin, s'intéresse de près à ces structures, tout comme Renault qui développe un projet de « *techshop* » (un *fab lab* interne, privé) sur le modèle de l'initiative de Ford à Detroit. Ces outils permettent aux entreprises de contribuer à l'innovation et de rester au fait des dernières inventions, mais aussi, quand le *fab lab* est privé, de tester très rapidement de nouveaux projets. C'est ce que propose par exemple le i-lab d'Air Liquide.

L'innovation ouverte, enfin, peut même aller jusqu'à l'alliance avec des concurrents. En effet, les entreprises estiment qu'elles ont davantage à gagner en partageant prudemment certaines avancées, qu'à ne les garder que pour elles-mêmes. L'automobile voit ainsi fleurir de nouveaux types de partenariat : Google a ainsi annoncé en janvier 2014 la mise en place de l'« Open automotive alliance », regroupant le géant de l'Internet et quatre constructeurs auto, Audi, General Motors, Honda et Hyundai. L'objectif de ce consortium : intégrer, dès la fin 2014, le système d'exploitation Android développé par Google dans les systèmes embarqués des voitures.

3. LA PUISSANCE PUBLIQUE FACE À L'INNOVATION : STIMULER L'INNOVATION ET ANTICIPER SES EFFETS NÉGATIFS

« *La course se joue entre les hommes et les ordinateurs, et les hommes doivent l'emporter* ». Telles étaient les paroles d'Eric Schmidt, chairman de Google, lors de son allocution au Forum économique de Davos en janvier 2014. Selon lui, l'accélération de l'innovation technologique représente l'un des plus grands défis auxquels nous aurons à faire face dans les vingt à trente prochaines années. On se dira que Schmidt a beau jeu de s'alarmer des conséquences humaines du progrès technique ; dans tous les cas, il pointe ici une question majeure, au plan économique, social et politique.

Les avantages de l'innovation l'emportent assurément sur ses inconvénients. Deux actions sont donc nécessaires, d'une part l'établissement par la puissance publique des conditions optimales pour son développement, d'autre part une réponse adaptée à ses effets indésirables mais inévitables.

Financer l'innovation de façon ciblée

L'approche la plus traditionnelle consiste à financer la recherche la plus prometteuse. Par la « *Big Data Research and Development Initiative* », l'administration Obama prévoit ainsi de créer six centres de recherches fédéraux afin

d'explorer cette nouvelle technologie et de participer au regain de l'industrie américaine. Le gouvernement fédéral devrait financer ces centres à hauteur de 200 millions de dollars, auxquels pourrait s'ajouter le financement des Etats et des administrations locales, voire des entreprises. Approche plus audacieuse, le président Obama projette de lancer dans les prochaines années un réseau national comptant 45 « hubs » dédiés aux méthodes de production innovantes. Ces hubs comprennent des entreprises, des fondations et des universités, une dizaine d'entre eux existant déjà. Le co-financement dans ce contexte est souvent préférable, l'État venant apporter son appui à un financement privé initial, gage de la viabilité commerciale de l'innovation en question.

La puissance publique peut ensuite participer à la structuration de la demande d'innovation sur le marché par la commande publique, les règles relatives aux appels d'offre publics ou la mise en place d'incitations auprès des consommateurs. Concernant ce dernier point, c'est ce qui a été testé avec le compteur électrique, dans le cadre du développement des *smart grids*.

Certains vont plus loin, défendant l'intervention de l'État à grande échelle. Ainsi Richard Jones, ancien Senior Strategic Advisor pour les nanotechnologies à l'Engineering and Physical Sciences Research Council britannique, estime que l'État a un rôle à jouer dans les projets très coûteux, qui seuls peuvent amener des innovations de rupture, comme dans la recherche militaire. Selon lui, s'il est vrai que nous assistons aujourd'hui à une multiplication des usages, ainsi qu'à un raffinement et une simplification de technologies déjà existantes, les véritables innovations de rupture relèvent d'investissements massifs que seule la puissance publique peut soutenir.

Réguler la circulation des données

L'échelle de l'Internet, la confiance que nous plaçons dans des services allant des cartes de crédit à Gmail, et la facilité qu'il y a à collecter des données a sans aucun doute changé les définitions des termes « personnel » et « public », ce qui rend l'application des règles légales complexes. Les réflexions sur les implications de la circulation des données couvrent plusieurs grands domaines : le respect de la vie privée, la sécurité, la rétention – faut-il ou non garder les données –, le traitement et la possession – droit de propriété intellectuelle, question qui se pose notamment dans le cas de l'impression 3D.

Or ces critères, tels que considérés jusqu'à présent, ne s'accordent pas tout à fait au fonctionnement de réseaux virtuels.

En particulier, les questions liées au respect de la vie privée prennent aujourd'hui beaucoup d'importance, notamment en France. Une enquête de février 2014 de l'association de défense des droits des consommateurs CLCV a par exemple révélé que les grandes enseignes revendaient les données personnelles de leurs clients à d'autres professionnels, qui sont ensuite libres de les démarcher par téléphone ou par courriel⁴¹. Au-delà, contrairement aux précédents modèles qui exploitaient des informations personnelles identifiables, le *big data* a bouleversé la définition de ces informations, rendant reconnaissables toujours davantage de données personnelles. Ainsi les requêtes sur un moteur de recherche ne livrent pas le nom ou l'adresse d'une personne donnée, mais leur étude permet d'apprendre beaucoup sur cette dernière. Pour répondre à ces préoccupations, Google a lancé une initiative, « *data liberation* », permettant de faciliter le déplacement des données des utilisateurs dans et hors des services de Google.

Ces craintes méritent toutefois d'être relativisées. L'utilisateur de Google échange en quelque sorte le respect de sa vie privée contre des services gratuits. Et la gratuité n'est pas le seul intérêt de cet arbitrage. Les avancées dans des domaines comme la santé laissent penser que le prix à payer n'est peut-être pas si grand : Janan Ganesh estime ainsi qu'« *il y a un siècle, une certaine bien-pensance attendait que les masses se révoltent contre le capitalisme. Ils sont désormais impatients d'une réaction populaire à l'encontre du big data.* »⁴² Or ce dernier permettra sans doute des progrès considérables dans le diagnostic et l'offre de soins. Enfin, si l'attention s'est focalisée jusqu'à présent sur les données personnelles, à l'avenir ce seront les données générées par les machines qui vont surtout croître.

En tout état de cause, l'administration devrait travailler à la définition de bonnes pratiques concernant le traitement de l'information, comme elle le fait pour l'alimentation ou la santé, voire envisager cette question au niveau inter-

41. La FNAC a ainsi racheté les fichiers de Virgin. Afin d'éviter ce genre de désagréments, le client peut signifier son opposition dès le départ à la revente de ses données, généralement en cochant ou en décochant une case. S'il ne l'a pas fait et qu'il est contacté pour une entreprise qu'il n'a pas sollicitée, il doit lui-même appeler ou écrire à cette société afin d'être effacé de sa base de données. L'association souligne néanmoins qu'il est difficile de connaître le nombre de professionnels auxquels ses données ont été revendues.

CLCV, « Le consommateur face au commerce de ses données personnelles » : <http://www.clcv.org/nos-enquetes/commerce-des-donnees-personnelles.html>

42. « Big Data may be invasive but it will keep us in rude health », *op. cit.*

national. Elle pourrait ainsi inciter les entreprises, si celles-ci ne le développent pas elles-mêmes, à proposer des modèles d' « *opt-in* » permettant aux utilisateurs d'accepter ou non la collecte, le partage et l'usage de leurs données, en échange d'un degré plus ou moins poussé de service.

Is average over ?

La nouvelle révolution industrielle aura sans aucun doute des conséquences importantes sur la structuration de l'économie, à commencer par l'emploi, et donc sur la nature et la proportion des inégalités. Face aux menaces qui se font jour, les discours les plus réticents proviennent généralement du monde politique ou des salariés. Or l'avancée de l'innovation étant inéluctable, il vaut mieux cibler et accompagner ses conséquences négatives que tenter de freiner cette dernière.

Nouveaux métiers, inégalités, rapport à la machine

Cette nouvelle vague d'innovation ne sera pas sans conséquences sur les emplois qui s'en trouveront fortement modifiés. Clayton Christensen pense ainsi que les nouvelles innovations peuvent avoir des effets contrastés sur l'emploi. A ce titre, il différencie trois types d'innovations : les « *empowering innovations* », les « *sustaining innovations* » et les « *efficiency innovations* ». Les premières sont créatrices d'emplois parce qu'elles nécessitent de plus en plus de personnel capable de conduire, distribuer, entretenir et vendre les nouveaux produits. Les *sustaining innovations* – qui engendrent l'apparition de nouveaux produits qui remplacent ceux d'hier – ont au contraire peu d'effet sur l'emploi. Enfin, les *efficiency innovations*, qui réduisent les coûts de fabrication et de distribution des produits et services existants, sont la plupart du temps destructrices d'emploi. Il faut donc trouver un équilibre entre *empowering innovations* et *efficiency innovations* pour stabiliser la situation sur le marché du travail et espérer relancer l'emploi.

Selon Kevin Kelly, fondateur du magazine *Wired*⁴³, avant la fin de ce siècle, 70 % des emplois d'aujourd'hui seront remplacés du fait de l'automatisation⁴⁴. La plupart des emplois en usine sont voués à disparaître pour laisser place à des emplois de bureau qui regrouperont designers, informaticiens et logisticiens. Les emplois industriels de l'avenir vont nécessiter de nombreuses compétences, les tâches routinières et répétitives étant amenées à disparaître. Il est donc indéniable que les innovations futures rendront certains emplois obsolètes. Ce bouleversement est induit par une deuxième vague dans l'automatisation, centrée sur l'intelligence artificielle, les capteurs bon marché et l'apprentissage automatique. Surtout, cette automatisation profonde touchera selon Kelly l'ensemble des emplois, du travail manuel au travail intellectuel. Déjà aujourd'hui, le logiciel Narrative Science sait écrire des articles sur le sport à partir de statistiques et de résultats sportifs ou générer des résumés de performance boursière d'une entreprise à partir de textes trouvés sur le web.

Tyler Cowen, dans *Average is over* (2013), explique que deux phénomènes concomitants pourront être observés : d'une part l'augmentation du nombre de métiers très qualifiés liés aux données et à leur analyse, à la productivité très élevée, d'autre part celle du nombre de métiers très peu qualifiés, dont le salaire va diminuer. Entre les deux, les métiers moyennement qualifiés – transport, logistique, postes administratifs notamment – seront voués à être remplacés par des machines. Les métiers très peu qualifiés relèveront de plus en plus des services, notamment à destination des cadres dirigeants, et de moins en moins de métiers manuels traditionnels. Dans cette nouvelle révolution industrielle, alors que la productivité des travailleurs peu qualifiés est inférieure à celle des machines, celle des travailleurs hautement qualifiés est au contraire accrue du fait de la complémentarité avec les machines.

La polarisation du marché du travail devrait donc aller croissante, entre d'une part les *data scientists* et apparentés, les entrepreneurs et les investisseurs et d'autre part un groupe plus large de perdants. Il est à ce titre révélateur de constater le faible nombre d'employés que compte Facebook – environ 6 000 personnes.

43. Kevin Kelly, « Better Than Human: Why Robots Will – And Must – Take Our Jobs », *Wired*, 24 décembre 2012.

<http://www.wired.com/2012/12/ff-robots-will-take-our-jobs>

44. Un article récent de Carl Frey and Michael Osborne de l'université d'Oxford estime quant à lui que 47% des emplois américains sont voués à être automatisés (« at high risk from automations »).

Dans le « First Machine Age », selon Brynjolfsson et McAfee, productivité, emploi et revenu médian augmentaient ensemble. Dans le second, la croissance de la productivité a été pour l'essentiel dé耦lée des emplois et du revenu. Cette divergence ne trouve pas sa source dans la régulation du travail ou les règles fiscales, mais dans la nature propre de l'économie numérique, dans laquelle un grand nombre de biens et de services peut être fourni à un nombre infini de clients supplémentaires, et ce au même instant, à un coût proche de zéro. La nouvelle économie coïncide donc avec – et dans une certaine mesure, pourrait causer – des tendances économiques défavorables dans le court terme : stagnation des revenus médians réels ; inégalités croissantes dans le revenu du travail et dans la distribution du revenu entre capital et travail ; croissance du chômage de long terme.

Cette polarisation se traduira dans tous les cas, dans un premier temps, par la baisse des salaires des non qualifiés bien en dessous d'un niveau socialement acceptable. Bien sûr, la technologie offre à tous de nombreux biens et services à meilleur marché, mais s'accompagne au moins à court terme d'un prix à payer en termes de salaires et d'emploi.

L'effet de la nouvelle révolution industrielle se fera également sentir sur le territoire. Les inégalités constatées en termes d'emplois et de revenus refléteront des inégalités territoriales croissantes, les activités les plus innovantes ayant tendance à se concentrer dans les métropoles, délaissant la périphérie.

La technologie est-elle source de chômage ?

Si les conséquences négatives de l'innovation sur l'emploi et les salaires peuvent se faire sentir dans le court terme, la question plus fondamentale est de savoir si l'innovation peut être source de chômage dans la durée.

Alors que les bouleversements technologiques ont pu être compensés dans le passé par d'autres formes de travail créées par la technologie, et que les machines ont remplacé les artisans au bénéfice du travail non qualifié, certains économistes s'alarment de ce qu'aujourd'hui le rythme du changement soit trop rapide pour que le niveau d'emploi s'y adapte. Ainsi, les trois dernières reprises économiques aux États-Unis ont été caractérisées par une croissance élevée, mais sans l'augmentation correspondante d'emploi, et un fort taux de chômage persistant plus longtemps que précédemment à chaque reprise. Depuis 2007, les États-Unis font ainsi face à une forte hausse du chômage et une chute sans précédent de la croissance de l'emploi, la proportion d'actifs

occupés ayant baissé de 66 % en 2008 à 62,8 % à fin 2013, et les récentes baisses du taux de chômage américain s'expliquant largement par le fait que les personnes renoncent à rechercher un emploi.

Face à cette tendance, un nouveau mouvement s'est développé depuis plusieurs années, le néo-luddisme⁴⁵, accusant les « robots » de voler leurs emplois. Pour les néo-luddites, la productivité liée au progrès technologique serait la cause première des tensions du marché du travail américain, et il existerait un lien indéniable entre nouvelles technologies et chômage élevé, l'augmentation de la productivité limitant la croissance de l'emploi. Accélérer le changement technologique ne ferait donc qu'empirer ces tensions. Même si la technologie n'a cessé de progresser au cours des siècles, l'opinion considérant le changement technologique comme inévitable et très souvent positif, la peur de la technologie n'est toutefois pas un phénomène nouveau et pu être renforcée par les périodes de récession économique et de chômage élevé, comme c'est le cas aujourd'hui.

Il semble difficile cependant d'accorder du crédit aux néo-luddites. Les données disponibles sur l'économie américaine semblent plutôt récuser la thèse selon laquelle l'augmentation de la productivité conduirait à une destruction d'emploi et donc à un taux de chômage élevé à moyen-long terme. Historiquement, aucun lien causal entre croissance de la productivité et croissance du chômage n'a jamais été établi. Par le passé, la croissance de la productivité s'est toujours accompagnée d'une croissance de l'emploi, et non par des pertes d'emplois. Un rapport du McKinsey Global Institute de 2011⁴⁶ montre qu'entre 1929 et 2009, l'augmentation de la productivité a toujours été corrélée à une croissance de l'emploi quelques années ensuite. Par ailleurs, entre 2000 et 2007, alors que la productivité a connu une baisse, le chômage, lui, a augmenté. Dans une étude de 2004, l'Organisation Internationale du Travail montre ainsi que la productivité et l'emploi croissent simultanément à moyen terme⁴⁷. D'autres études comme celles de l'OCDE montrent qu'en

45. Le luddisme est un conflit industriel violent ayant opposé dans les années 1811-1812 des artisans – tondeurs et tricoteurs sur métiers à bras du West Riding, du Lancashire du sud et d'une partie du Leicestershire et du Derbyshire – aux employeurs et manufacturiers qui favorisaient l'emploi de machines (métiers à tisser notamment) dans le travail de la laine et du coton. La lutte des membres de ce mouvement clandestin, appelés luddites ou luddistes, s'est caractérisée par le bris de machines.

46. McKinsey Global Institute, *Growth and renewal in the United States: Retooling America's economic engine*, février 2011 ; http://www.mckinsey.com/insights/americas/growth_and_renewal_in_the_us

47. International Labour Office, *World Employment Report 2004-05: Employment, productivity and poverty reduction*, 2005 ; http://hdrnet.org/129/1/world_employment_report_2004-05.pdf

réponse à un choc de productivité, l'emploi diminue à court terme, mais qu'il existe une relation positive entre augmentation de la productivité et augmentation du nombre d'emplois à moyen-long terme.

Si la corrélation entre technologie et emplois est établie, la causalité n'est pas encore démontrée. Reste qu'en théorie, une hausse de la productivité entraîne une augmentation de la richesse globale ainsi que des biens et services moins chers, ce qui crée une demande additionnelle de la part du consommateur, et nécessite donc de nouveaux travailleurs afin de satisfaire cette dernière.

Enfin, tous les secteurs ne sont pas concernés de la même manière par l'automatisation. S'il ne fait aucun doute que les humains se verront de plus en plus remplacés par les robots pour des tâches standardisées, certains travaux peu qualifiés, notamment dans les services, continueront à demander une attention singulière et humaine, au moins dans le moyen terme. Plus généralement, de nombreuses tâches correspondant à un service « sur-mesure », tendanciellement irrégulières – intermittentes et/ou de très courte durée – comme la livraison ou les soins à domicile, resteront sans doute dans un futur proche l'apanage des humains.

Si les entreprises innovantes de demain risquent d'être plus pauvres en emploi qu'aujourd'hui, elles n'en contribueront pas moins à la création totale d'emplois. Comme l'explique l'économiste Enrico Moretti, ces entreprises permettent de créer des emplois dans d'autres secteurs technologiques, mais aussi dans les services non technologiques, de proximité et plus ou moins qualifiés – garde d'enfants, entretien, restaurants. Ainsi, l'impact économique de Facebook ne peut être limité à ses quelques milliers d'employés, mais aux dizaines de milliers d'emplois liés à la création d'applications, sans parler des emplois liés aux services, que Moretti estimait en 2012 à 130 000 et qui doivent être bien plus nombreux aujourd'hui. La même logique vaut pour toutes les grandes sociétés technologiques de la Silicon Valley. Ainsi, rappelle E. Moretti, « *dans la Silicon Valley, les emplois high-tech sont la cause de la prospérité locale, et les médecins, avocats, couvreurs et professeurs de yoga en sont l'effet.* »⁴⁸

On peut donc affirmer qu'avec la technologie, les emplois ne disparaissent pas, mais évoluent.

48. John Tamny, « Book Review: Enrico Moretti's *The New Geography of Jobs* », *Forbes*, 22 juillet 2012 ; <http://www.forbes.com/sites/johntamny/2012/07/22/book-review-enrico-morettis-the-new-geography-of-jobs/>

Cibler et accompagner

Reste que les conséquences négatives, bien que temporaires, induites par les bouleversements technologiques ont provoqué, et continuent de susciter moult remous au sein de la classe politique ou de l'opinion, constituant l'un des freins les plus importants à la diffusion de l'innovation en France. En définitive, la France se trouve dans la position inverse des États-Unis, où les évolutions rapides commencent seulement à provoquer quelques réactions. Ainsi Steve Case, ancien dirigeant d'AOL, faisait récemment remarquer⁴⁹ : « *Certaines déclarations, faites par certaines personnes, suggérant que la Silicon Valley est le centre de l'univers et que la puissance publique n'a pas d'importance ne sont ni exactes, ni appropriées, ni utiles.* » Et comme l'écrit Martin Wolf⁵⁰ : « *Ce n'est pas à la technologie de nous dicter ce que nous souhaitons, c'est aux institutions économiques et politiques.* » Dans ce contexte, le rôle de la puissance publique devrait être bien davantage d'accompagner ces évolutions que d'essayer de les empêcher alors qu'elles sont inéluctables.

Si l'intelligence artificielle provoque du chômage dans le court terme, et que cette tendance ne peut être contrée, cela ne condamne pas les individus à la pauvreté. Les États-Unis connaissent d'ailleurs à l'heure actuelle d'importants débats sur la nécessité de partager la richesse générée par ces technologies. C'est ce que défendent Erik Brynjolfsson et Andrew McAfee, qui estiment qu'il faudra « repenser le contrat social » et la redistribution de la richesse. Ils appellent notamment à baisser les taxes sur le travail « humain » pour le rendre meilleur marché que le travail « numérique » et proposent de créer un revenu minimal de base (« *basic income* ») pour chaque individu, par l'intermédiaire d'un impôt sur le revenu négatif, par lequel on assurerait à tout travailleur un niveau de vie décent. Pour financer cette redistribution, Brynjolfsson et McAfee imaginent de taxer davantage les externalités négatives comme la pollution ou les rentes. Parmi celles-ci, outre la propriété foncière, ils pensent surtout à la propriété intellectuelle. Ils recommandent donc de réformer le droit américain de la propriété intellectuelle, en particulier en ce qui concerne les brevets de logiciels et la durée, considérés comme trop protecteurs dans

49. Cromwell Schubarth, « Exclusive: Steve Case on Google buses, Uber, immigration », Silicon Valley Business Journal, 23 janvier 2014.

50. Martin Wolf, « Enslave the robots and free the poor », *Financial Times*, February 12, 2014.

ce pays. L'une des solutions possibles pourrait être pour l'État de prélever automatiquement une partie du revenu de la propriété qu'il protège.

La France fait face de son côté à des enjeux quelque peu différents, puisque la redistribution y est largement de mise. Les pouvoirs publics français, au contraire, devraient avoir à cœur de ne pas décourager les aventures entrepreneuriales par une fiscalité trop forte.

La puissance publique peut également agir sur l'éducation. David Autor, économiste au MIT, estime ainsi que pour contrecarrer l'impact de la robotique sur l'emploi, il faudra s'appuyer sur l'éducation et la formation continue des travailleurs pour leur permettre d'acquérir de nouvelles compétences. L'objectif est donc que la course « contre » les machines devienne une course « avec » les machines.

Reste que ces propositions ne sont pas sans limites. Baisser les taxes sur le travail « humain » pour le rendre meilleur marché que le travail « numérique » semble difficile dans un univers où la frontière entre ces deux types d'emploi est de plus en plus brouillée. Surtout, l'augmentation du niveau d'éducation pourrait bien être une illusion, car celle-ci, on le constate souvent, rencontre des obstacles dans les capacités inégales des individus. Comme le remarque Martin Wolf, « *faire de chacun de nous un membre de l'élite est sans aucun doute une illusion.* » Il semblerait plus judicieux, dans cette perspective, que la puissance publique accompagne aussi bien l'innovation que le développement des services plus ou moins qualifiés, correspondant à des emplois flexibles, suscités indirectement par la technologie. Il faut donc faire en sorte que ces activités soient aussi efficaces que possible. Or aujourd'hui, les politiques publiques se focalisent de façon disproportionnée sur le travail tel que traditionnellement conçu – régulier et à plein temps –, ce qui tend à renforcer les activités coûteuses et peu flexibles. Au contraire, la puissance publique devrait prendre acte de la migration possible des salariés vers ces activités irrégulières, acter le fait qu'un emploi, même irrégulier, est préférable au chômage, et s'engager à faire de ces emplois une composante clé de l'économie, en les légitimant et en les rendant plus courants et accessibles. On pourrait aller jusqu'à imaginer une plate-forme Internet gérée par la puissance publique agrégeant l'ensemble de ces activités « irrégulières » pour les proposer aux personnes disponibles – ce serait donc un marché au premier sens du terme. Par conséquent, la technologie pourrait offrir à l'avenir des possibilités intéressantes et inédites pour organiser le travail peu qualifié.

CONCLUSION

A l'avenir, il n'y aura pas de raisons de distinguer l'économie numérique du reste de l'économie – « politique industrielle » et « politique numérique » devraient donc, sinon se confondre, du moins aller de pair. Permettre le déploiement des innovations de la troisième révolution industrielle est donc indispensable. Ce qui est en jeu, ce n'est rien moins que l'avenir de notre pays : notre croissance, nos emplois, nos services publics, notre protection sociale. Et la création de valeur sera d'autant plus large que la transition sera progressive ; or elle risque bien d'être brutale si la France – ses entreprises, ses pouvoirs publics – ne se préoccupe pas dès aujourd'hui de faire émerger des champions du *big data*, de l'efficacité énergétique ou des nouvelles technologies de production. Autrement, d'autres champions mondiaux prendront l'avantage. L'effort à fournir est certes financier, mais il est tout autant de l'ordre des pratiques, et se mesurera à la capacité du pays à repenser les modèles d'affaires traditionnels et à accompagner les conséquences de ces changements.

Plus encore, l'enjeu n'est pas seulement pour la France de faire grandir des champions dans ces secteurs, mais de faire en sorte que l'ensemble des entreprises se transforment à l'aune de ces évolutions pour intégrer ces dernières à leurs pratiques industrielles, leurs modes de distribution, leurs modèles d'affaires et leurs organisations. Car cette révolution industrielle ne touche pas seulement certains secteurs parmi d'autres, elle transforme radicalement la manière de conduire l'ensemble des activités économiques, exigeant une profonde transformation de nos entreprises.

PROPOSITIONS

PROPOSITIONS GÉNÉRALES

Entreprises

a. **Susciter autour des grandes entreprises des écosystèmes innovants**⁵¹ :

- › **En favorisant la collaboration de celles-ci avec les *start-up*, en développant au sein des entreprises des incubateurs privés et en y associant éventuellement des écoles d'ingénieurs et de commerce**
- › **En faisant en sorte qu'elles jouent un véritable rôle de « co-investisseur » aux côtés des acteurs publics**

Les grandes entreprises disposent d'une capacité d'action, d'industrialisation et de pénétration des marchés lointains. Pour identifier de nouvelles idées et trouver des partenaires innovants, les grands groupes peuvent jouer un véritable rôle de « co-investisseur » aux côtés des acteurs publics pour expérimenter des projets, entretenir un vivier de compétences et faire monter en puissance le tissu des PME et *start-up* innovantes – partenaires potentiels. Aujourd'hui encore, les grands groupes ne sont pas forcément structurés à cet effet et n'adoptent que rarement un fonctionnement d'innovation ouverte, à cause notamment d'une déconnexion trop forte entre les objectifs des différents services impliqués (achats, juridique, R&D et innovation, stratégie).

Quelques initiatives ont néanmoins été prises en ce sens. C'est le cas de SEB qui, dans le cadre du pôle de compétitivité Vitagora, propose aux autres PME

⁵¹. Cf. *Entreprises et territoires*, op. cit.

du réseau un service de parrainage pour pénétrer le marché chinois, en mettant à leur disposition des ressources (conseils RH, services juridiques, recrutement) et en les introduisant auprès de partenaires commerciaux et académiques.

› **En contribuant à faire des pôles de compétitivité des creusets d'innovation.**

Il est possible de faire des pôles des instances capables d'anticiper les marchés du futur et des lieux de créativité. Pour cela, les pôles devraient associer entre eux beaucoup plus largement les acteurs des sciences humaines et sociales, du design, du marketing, de la finance et de la stratégie, au-delà de la R&D. Les pôles pourraient aussi mettre en place des outils pour rechercher et solliciter des financeurs de nouvelles entreprises (*private equity* et *venture capital*).

b. Jouer le rôle de « garages de l'innovation

Le principe est pour l'entreprise d'utiliser ses nombreuses ressources afin de mettre au point des solutions innovantes. Pour favoriser l'innovation dans ce cadre, deux solutions sont possibles :

› **Créer les conditions de l'apparition d'innovations dans certaines divisions de l'entreprise**

Ces dernières doivent rester souples, décentralisées, ouvertes à des collaborations extérieures – autres entreprises, ONG – pour mêler l'approche entrepreneuriale des *start-up* aux moyens uniques des grands groupes. De cette façon, les entreprises deviennent attractives pour les « catalyseurs » d'innovations, ces cadres innovants capables de réunir des ressources au-delà de leur périmètre initial. Eux seuls peuvent former des alliances à l'intérieur et à l'extérieur de l'entreprise.

› **L'entreprise peut développer en interne des structures innovantes, qui peuvent prendre la forme de *fab lab* internes ou de centre de R&D**

Cette démarche ne vaut pas uniquement pour les entreprises fondées sur la R&D, mais potentiellement pour tous les secteurs. Ainsi à Detroit, capitale de l'industrie automobile américaine, le constructeur Ford a co-financé l'ouverture d'un Techshop (sorte de *fab lab* commercial), afin d'en faire bénéficier l'active communauté de « *makers* » de la ville, mais également ses propres salariés. L'objectif est de permettre aux salariés de développer des pratiques innovantes,

parfois en rupture, que les modèles organisationnels des grandes entreprises ne savent pas toujours détecter. Selon Ford, le nombre de propositions innovantes issues du personnel aurait augmenté de 30 % entre 2011 et 2012.

c. Développer le capital investissement

L'innovation nécessite d'être financée par un investissement en fonds propres, dont l'intérêt est de pouvoir être perdu sans remettre en cause la pérennité de l'entreprise et d'être lié à une réelle acceptation de l'erreur – avec des punitions ou des récompenses associées aux prises de risque. De tels investissements nécessitent une épargne longue, gérée par des investisseurs. Or la France manque d'une telle infrastructure. En 2012, 6,1 milliards d'euros du capital investissement bénéficiaient en France à 1 548 entreprises quand, au Royaume-Uni, 14 milliards d'euros étaient investis auprès de 1 000 entreprises⁵². Quant au capital-risque français, il a investi seulement 443 millions d'euros en 2012 et 487 millions d'euros au second semestre 2013⁵³, montant qui place la France en troisième position dans le secteur européen, derrière l'Allemagne (674 millions d'euros) et le Royaume-Uni (1,5 milliard d'euros).

Cet écart s'explique notamment parce que, ces dernières années, les banques et les assureurs – traditionnels pourvoyeurs de fonds du capital-innovation – ont réduit leurs allocations à cette classe d'actifs, les nouvelles réglementations de Bâle III et de Solvabilité II exigeant des établissements de crédit et des compagnies d'assurance de disposer de davantage de fonds propres en face d'engagements jugés particulièrement risqués, comme le capital-innovation. Ensuite, l'État français, premier financeur de fait de capital-risque, par le biais des déductions fiscales ou directement via des fonds public ou des investissements dans des fonds (la BPI⁵⁴ et les autres fonds publics représentent en valeur 30 % des fonds français), n'offre pas les avantages de l'investissement privé décrits ci-dessus.

Enfin en France, l'épargne longue gérée par les assurances n'est pas orientée vers le financement de l'innovation, l'assurance vie représentant 1 400 milliards

⁵². *Un principe et sept ambitions pour l'innovation, op. cit.*

⁵³. Baromètre Ernst & Young.

⁵⁴. L'investisseur le plus actif est la BPI, avec 15 opérations sur un total de 177 investissements réalisés en France au second semestre 2013. La BPI finance 95% des entreprises soutenues par le capital-innovation.

d'euros mais étant surtout utilisée pour financer le déficit public. Or dans d'autres pays, c'est l'épargne longue, souvent celle des fonds de pension, qui finance l'innovation.

Sujet souvent évoqué, les leviers de développement du capital investissement, comme la fiscalité, ne sont cependant pas l'objet de cette étude. En revanche on peut s'interroger sur les moyens de développer le financement de l'innovation par les grandes entreprises, ou *corporate venture*, procédé permettant également de pratiquer l'innovation ouverte. Vu la prépondérance des grands groupes en France, ce relatif inconvénient serait ainsi transformé en atout.

Le *corporate venture* ne représente encore que 5 % du financement des *start-up* et des PME innovantes en France, contre 16 % aux États-Unis, selon l'Association française des investisseurs pour la croissance (Afic). Le gouvernement souhaite l'augmenter de 30 %, à 600 millions d'euros par an. Pour ce faire, à partir de 2014, un amortissement fiscal bénéficiera aux sociétés investissant – directement ou par l'intermédiaire de fonds, et de façon minoritaire – dans des PME innovantes.

Puissance publique

a. Privilégier un discours centré sur les usages à une simple mise en valeur de l'innovation technologique

Dans le cadre de stratégies de soutien public, il faut garder à l'esprit que ce sont les usages et les marchés potentiels qui importent, et non la simple innovation technologique. Ainsi, l'existence de grandes masses de données ne préjuge pas de leur utilisation ni surtout de l'interprétation qui en sera faite. De même, l'impression 3D n'a pas grand sens en dehors d'un marché où elle peut se développer.

b. Repenser l'emploi au-delà du salariat

À l'heure où les modèles d'affaires liés aux données suscitent la naissance d'entreprises moins denses en emplois, tout en favorisant la création d'emplois à l'extérieur de ces entreprises, deux enjeux principaux se détachent. Pre-

mièrement, il s'agit pour les entreprises de repenser l'adéquation entre leurs activités et les compétences des salariés en adaptant ces dernières. Deuxièmement, les pouvoirs publics auront à soutenir le développement d'une nouvelle économie de services flexibles, et donc à repenser les politiques de l'emploi au-delà du salariat, qui pourrait bien, à l'avenir, ne plus être la norme. Ces questions font l'objet d'une étude de l'Institut de l'entreprise sur l'employabilité à paraître en 2014.

c. Adapter les statistiques à la nouvelle économie des données

Nous disposons aujourd'hui de trop peu de moyens de mesure de l'usage des données et plus globalement de l'économie des données – par exemple, l'utilisation des applications mobiles ou les dépenses des entreprises en bases de données. Les activités économiques tirées par les données ne rentrant pas forcément dans les catégories économiques traditionnelles – les biens et les services –, elles ne sont pas retracées de façon adéquate par les techniques statistiques traditionnelles, ce qui entraîne une sous-estimation de l'importance des données dans l'économie et la mise en oeuvre de politiques publiques inadéquates⁵⁵.

Ceci plaiderait pour l'institution d'une catégorie statistique nouvelle, celle des données. Cela changerait sans aucun doute la mesure des indicateurs économiques, à commencer par la croissance.

d. Réguler les nouveaux monopoles

La question se pose, enfin, de la régulation des GAFA, nouveaux monopoles fondés sur les algorithmes. L'enjeu ici est peut-être moins leur taille que la capacité de ces monopoles à stimuler ou bien au contraire à endommager l'innovation dans leur environnement.

55. Progressive Policy Institute, « Beyond goods and services: the (unmeasured) rise of the dat-driven economy », Michael Mandel, octobre 2012.

1 – BIG DATA

Deux lignes directrices peuvent être distinguées concernant le développement du *big data*.

Premièrement, il importe de mettre le client ou l'utilisateur au centre des politiques de soutien public au *big data*. Le *big data* bénéficie en France d'une attention soutenue des pouvoirs publics. Le rapport Lauvergeon identifie ainsi le *big data* comme l'un des sept domaines d'innovation que la France se doit de soutenir, et c'est l'une des 34 filières de la Nouvelle France Industrielle. Par ailleurs, le ministère de l'innovation et de l'économie numérique a annoncé en juin 2013 un plan de soutien à la filière du *big data*, inspiré des recommandations de l'Afdel (association française des éditeurs de logiciels et solutions internet). Dans le cadre des investissements d'avenir, plusieurs projets traitant des *big data* ont aussi été sélectionnés pour recevoir des financements. Si cette attention est évidemment bienvenue, le risque est toutefois que les pouvoirs publics n'envisagent le déploiement du *big data* que sous le seul angle de la technologie, quant ce sont les usages qui importent réellement.

Par ailleurs, il est nécessaire d'envisager le potentiel du *big data* dans l'ensemble des filières. Les initiatives gouvernementales font souvent l'erreur d'identifier le *big data* comme une filière en soi. Au contraire, ce dernier est source d'innovation dans tous les secteurs d'activité, et il faudrait l'intégrer systématiquement dans les politiques d'innovation.

Entreprises

a. Développer une culture de la donnée dans les entreprises

Le développement du *big data* nécessite le soutien de la direction générale, qui doit se traduire par la nécessaire et coûteuse mise en place d'un département de *data scientists* dépendant de la direction, mais aussi par la mise à niveau des compétences de l'ensemble des salariés.

Il importe pour l'entreprise de comprendre que les données ne sont pas seulement l'affaire des spécialistes, mais celle de tous, et que les pratiques

de chaque salarié s'en trouveront modifiées. Pour développer une culture de la donnée dans l'entreprise, il faut donc s'interroger sur les moyens de capter, conserver et stocker les données, et développer ces moyens en conséquence.

b. Donner davantage d'autonomie de décision aux managers de terrain

Cette autonomie varie fortement selon les entreprises. Or pour que le *big data* prenne toute sa mesure, et que les données disponibles soient comprises mais aussi débouchent sur des actions, les managers de terrain doivent se voir accorder suffisamment d'autonomie.

Puissance publique

a. Repenser la protection des données personnelles

La loi informatique et libertés de 1978 protège des dangers liés à l'exploitation de données personnelles, mais toutes les nouvelles « *data breach* » pourraient ne pas être toutes prises en compte à temps. Une politique de la donnée semble nécessaire aussi bien dans les entreprises qu'au niveau des pouvoirs publics. La propriété intellectuelle, les politiques de réutilisation des données – l'utilisation secondaire des données générant en général davantage de valeur que l'utilisation primaire –, les droits d'accès et de rectification des utilisateurs, la durée de conservation des données, autant d'exemples de mesures auxquelles les responsables nationaux se doivent de réfléchir, tout en veillant à ne pas couper court à l'innovation promise par le *big data*.

Pour autant, la protection par la réglementation reste souvent perçue comme une contrainte, parfois à cause du retard du droit par rapport aux évolutions technologiques, tandis que la définition d'un levier punitif est malaisée puisque les données n'ont pas de valeur intrinsèque. De plus, certains prédisent des pressions croissantes, de la part de certaines entreprises et de la société, contre les mouvements de protection des données.

- › **Instaurer un droit à l'expérimentation qui permette de déroger aux règles actuelles en matière de protection des données personnelles**

Aujourd'hui, la France manque d'un cadre conceptuel pour faire face au développement du *big data*. Elle hérite d'une réglementation sur les données per-

sonnelles excessivement restrictive qui pénalise le déploiement de nouvelles applications.

Comme le suggère le rapport Lauvergeon, on pourrait imaginer la consécration d'un droit à l'expérimentation, sous l'égide « d'un observatoire des données ». Il s'agirait d'évaluer l'efficacité et le bien-fondé de certaines pratiques permettant l'exploitation des données, avant de réfléchir à un possible encadrement législatif.

› **Responsabiliser et encadrer**

Afin de garantir la transparence de l'utilisation des données personnelles par les entreprises et les administrations, on pourrait former des tiers-certificateurs qui appliqueraient un système de labellisation, imposer davantage de transparence sur les brèches de sécurité et soumettre entreprises et administrations à des « audits d'algorithmes ».

Le projet de règlement européen en cours d'adoption vise aussi à imposer diverses obligations aux responsables de traitement informatique, comme celle de prendre en compte la protection des données dès la conception des systèmes (*privacy by design*).

› **Développer l'« empowerment » et la transparence**

Afin de réduire l'asymétrie d'information entre les institutions et les individus, on pourrait créer une plate-forme d'accès individuel à ses données personnelles. On pourrait par ailleurs développer un système d'assurance pour éviter et ensuite résoudre les problèmes d'utilisations abusives des données.

› **Adapter la réglementation et les normes**

« À l'international, l'UE reste perçue comme un territoire offrant un haut niveau de protection pour les données », ce qui pour certains lui procurerait un « avantage compétitif ». ⁵⁶ Ainsi il faudra adapter la réglementation tout en conservant ce haut niveau de protection.

La définition de « donnée personnelle » nécessite d'être revue, l'anonymisation ⁵⁷ des données rencontrant aujourd'hui ses limites. D'une part, en effet, l'anonymisation parfaite rend les données quasiment muettes, donc ininté-

⁵⁶. « Midis du GFII », Déjeuner-débat du 22 mai 2012 autour d'Isabelle Falque-Pierrotin, présidente de la CNIL.

⁵⁷. Selon la CNIL, l'anonymisation des données consiste dans la suppression de tout lien entre une donnée et une personne physique.

ressantes, d'où l'utilisation croissante de bases de données anonymisées relativement. D'autre part, de nouvelles technologies permettent aujourd'hui de réidentifier des données au départ anonymes en agrégeant plusieurs jeux de données. C'est ce que l'on nomme des *inference attacks*.

De nombreuses discussions sont aujourd'hui en cours au sein de l'UE pour définir un nouveau statut de la donnée qui soit intermédiaire entre la donnée totalement anonymisée et la donnée personnelle identifiante. Cela permettrait une réutilisation plus simple des données, tout en préservant leur lien avec une personne physique.

En parallèle, la CNIL envisage la définition de nouveaux droits⁵⁸ : droit à la personnalité, droit à l'oubli⁵⁹, à la mémoire, à la portabilité des données, à un environnement non pollué par la publicité numérique et au refus du profilage. De plus, il faudrait définir des normes internationales, autant pour encadrer les échanges que pour s'accorder sur la gestion du réseau internet qui constitue un bien commun international, un « *global networked commons* »⁶⁰.

b. Ouvrir les données publiques pour permettre l'essor de nouveaux *business models* dans le domaine de la protection sociale

Le sujet de l'*open data*, lié à celui du *big data*, concerne en premier lieu les administrations publiques (obligation légale⁶¹) qui ouvrent les données qu'elles produisent dans le cadre de leur activité quotidienne (fonds de cartes, statistiques, mesures, horaires, dépenses). Lancée depuis les années 2000, cette dynamique de mise à disposition des données numériques accessibles en ligne, sous des formats ouverts et exploitables, accompagnées de licences, autorise la réutilisation des données par tous.

Pourtant, la France est à la traîne en matière d'ouverture des données publiques. Le rythme de diffusion de ces dernières dépend en effet entièrement

58. *Vie privée à l'horizon 2020*, 2012.

59. Une charte du droit à l'oubli numérique intitulée « Droit à l'oubli numérique dans les sites collaboratifs et les moteurs de recherche » a été signée par les représentants du secteur et des acteurs de la société civile sous l'égide du Secrétariat d'Etat à la prospective et au développement de l'économie numérique le 13 octobre 2010. Ni Google ni Facebook n'ont signé cette charte. Cf. <http://www.alain-bensoussan.com/avocats/charte-droit-a-loubli-numerique-dans-les-reseaux-sociaux/2010/10/30>.

60. "Data, data everywhere, a special report on managing information", *The Economist*, février 2010.

61. Pour les données publiques, le principe de « disponibilité » est inscrit dans la loi depuis 1978, auquel s'ajoute le principe de « réutilisation » (décret du 30 déc. 2005, en transposition de la Directive européenne 2003/98/CE) et le principe de « gratuité » (décret du 26 mai 2011 et circulaire du 26 mai 2011).

des autorités publiques : il n'existe pas à l'heure actuelle de droit « opposable » à l'*open data*.

Mais la retranscription en 2015 dans le droit français de la directive européenne de 2003 sur les informations publiques devrait permettre de modifier cet état de fait. Ce texte réaffirmera un certain nombre de grands principes, notamment ceux de la gratuité des données et du droit à la réutilisation, étendant le périmètre à toutes les données publiques, et pas seulement à celles ayant déjà été publiées. La directive doit également évoquer un droit opposable à la publication, mais encore imparfait. Celui-ci obligerait les administrations à publier toutes les données demandées par les citoyens.

Axelle Lemaire, secrétaire d'Etat au numérique, a par ailleurs conclu les deux jours de débats de la Conférence de Paris sur l'*open data* et le gouvernement ouvert organisée par Etalab fin avril en faisant part de la volonté du gouvernement d'aller « *plus loin, en matière d'ouverture et d'accessibilité* », et en expliquant que la transposition de la directive offrait « *un cadre juridique et une opportunité majeure d'évolution* ». Elle a indiqué souhaiter que soit inscrite dans la loi, à cette occasion, le principe d'une ouverture par défaut des données publiques, et que toute fermeture soit explicitement expliquée, justifiée et réversible⁶².

Cette ouverture serait particulièrement heureuse au vu des applications prometteuses liées au *big data* dans le domaine de la santé et de la protection sociale⁶³. L'industrie de la santé se fonde sur quatre sources de données : les données de R&D d'entreprises pharmaceutiques ou académiques (essais cliniques par exemple) ; les données cliniques d'hôpitaux (dossiers médicaux électroniques) ; les rapports d'activité et les données de coûts (données des caisses d'assurances maladies) ; le comportement des patients, données détenues par divers acteurs en dehors de l'industrie de la santé, voire part le patient directement – préférences du consommateur, historique d'achats. Or les innovations issues de l'exploitation de ces données sont fondamentales. Elles permettraient d'évoluer vers une prévention plus ciblée, de mettre en place des soins

62. Ces déclarations rejoignent les propositions de l'Institut de l'entreprise dans *Smart city, op. cit.*

63. Voir notamment le *Rapport sur la gouvernance et l'utilisation des données de santé*, octobre 2013. http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Gouvernance_et_utilisation_des_donnees_de_sante_septembre_2013.pdf. Le rapport Lauvergeon propose par ailleurs de lancer des programmes de valorisation par licence de cinq « stocks » de données massives dont l'analyse pourra apporter une plus-value à l'ensemble de la société : Pôle emploi, Sécurité sociale, éducation nationale, enseignement supérieur et aides à la valorisation du patrimoine touristique.

appropriés tendant vers la médecine personnalisée, d'optimiser le médicament pour obtenir l'impact clinique attendu, de réduire les coûts pour une qualité de soin égale ou supérieure et enfin de favoriser la sécurité. Aux États-Unis, l'impact du *big data* sur la réduction des coûts de santé serait de l'ordre de 300 à 450 milliards de dollars (jusqu'à 17 % de baisse), principalement grâce à la prévention et à la médecine personnalisée.

Il subsiste toutefois des obstacles soit techniques, soit liés à la propriété des données. Ainsi, si les deux premières sources de données sont en passe d'être ouvertes du fait de la demande de la puissance publique, cette dernière ne semble pas encore disposée à ouvrir ses propres données et celles des patients. Or il semble difficile de demander de tels efforts à l'industrie pharmaceutique si l'État ne prend pas sa part dans la démarche.

c. Améliorer les procédures d'appels d'offres liés à une innovation dans les données

Il pourrait être pertinent de diviser les procédures d'appel d'offres en plusieurs marchés distincts de taille plus petite. Ainsi, les petites entreprises – qui participent souvent aux procédures d'appels d'offres en tant que sous-traitants de grandes entreprises – seraient moins dépendantes des grandes et pourraient participer aux programmes de marchés publics.

Ces appels d'offres pourraient aussi mettre davantage l'accent sur l'utilisation de certaines méthodes ou procédés. Il s'agirait d'obliger les grandes entreprises à adopter et inclure la contribution d'une petite entreprise innovante dans leurs propositions lors d'une procédure d'appel d'offres.

d. Développer des formations adaptées, en utilisant le potentiel démultiplicateur de l'enseignement en ligne

Pour que les besoins des entreprises en spécialistes du *big data* soient comblés, il faut promouvoir l'enseignement supérieur en mathématiques, en technologie de l'information et en sciences. La formation continue doit également être encouragée. Cela permettrait aux individus de mettre à jour les compétences nécessaires pour l'analyse de données.

De nouvelles compétences et de nouveaux profils sont indispensables à l'essor du *big data*. Les politiques publiques de formation devront donc s'adapter aux nouveaux besoins en la matière et accélérer la diffusion de profils de type

« *data scientists* », alliant compétences techniques et managériales. Ces compétences croisées sont encore très rares aujourd'hui alors qu'elles sont cruciales pour imaginer les nouveaux *business models* issus du *big data*. Henri Verdier expliquait néanmoins que la France disposait « de très bons designers pour inventer de nouveaux modes de visualisation et [d'] une école mathématique de premier plan mondial »⁶⁴.

Selon le ministère de l'innovation et de l'économie numérique, on estimait début 2014 à 300 000 le nombre de *data scientists* nécessaires à l'Europe dans les années à venir. Cela implique de mettre en place dès aujourd'hui des filières de formation adaptées à ces profils. À ce jour, il existe encore peu de formations françaises en ce domaine : le Mastère Spécialisé « *Big Data* : gestion et analyse des données massives (BGD) » de Telecom Paris-Tech, a ouvert à la rentrée 2013, un Mastère Spécialisé en *Big Data* a été lancé par l'Ensimag (Grenoble INP) et l'EMSI Grenoble (GEM) pour la rentrée 2014. Par comparaison, plus d'une vingtaine d'universités américaines ont lancé ou devraient lancer des formations *big data*. L'Université Columbia (New York) a ainsi créé au sein de l'IDSE (Institute for Data Sciences and Engineering) un nouveau diplôme intitulé « *Certification of Professional achievement in Data Sciences* ». Ce programme, ouvert dès l'automne 2013, propose quatre matières principales : probabilités et statistiques, algorithmes pour *big data*, *machine learning* et exploration des données. L'Université de Stanford délivre quant à elle un cours en ligne depuis 2013 orienté vers les *big data* : « *Mining Massive Data Sets* ».

Pour toucher davantage de personnes, on pourrait envisager de développer un MOOC français sur le sujet, sur la plateforme FUN lancée par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche. Ce MOOC pourrait être sponsorisé par des entreprises.

Cette formation pourrait valoir aussi pour le service public lui-même, où la présence de *data scientists* aiderait à valoriser les données publiques.

64. « Quand 'big data' rime avec 'big business' », *Les Echos*, 20 mars 2012.

e. Diffuser une « culture de la donnée »

Pour ce faire, la culture de la donnée doit être diffusée dès la période de formation. Le renforcement d'une « culture quantitative » serait nécessaire dans les programmes de formation commerciale et marketing, afin que les futurs managers sachent interpréter les résultats des modélisations et comprendre le sens caché des données. La CNIL est à l'origine depuis l'été 2013 d'un collectif visant à déclarer l'éducation au numérique cause nationale. La révolution *big data* implique selon elle que chacun devienne un véritable « citoyen numérique », à la fois acteur informé et responsable du numérique, capable d'exercer de manière effective ses droits et devoirs dans cet univers.

f. Repenser l'encadrement du risque

De nouvelles formes d'expertises et d'institutions seront probablement nécessaires pour encadrer la révolution du *big data*, dont l'ampleur dépasse la compréhension humaine ordinaire et heurte notre besoin d'« explicabilité » selon le terme utilisé dans le domaine de l'intelligence artificielle.

Alors qu'il permet de mieux tracer et cibler les usagers et consommateurs, le *big data* peut être perçu comme une « boîte noire » peu exploitable et inspirant la méfiance. Mayer-Schönberger et Cukier⁶⁵ en appellent ainsi dans leur livre *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think* à la naissance d'« algorithmistes », spécialistes capables de comprendre les données pour contrôler les entreprises de l'extérieur comme de l'intérieur – « *tout comme les entreprises disposent en interne de comptables et d'auditeurs externes pour surveiller leurs comptes.* » Car les auteurs rappellent que les chiffres ne sont pas infaillibles, qu'ils peuvent être manipulés, mal analysés ou utilisés à tort. Il existe selon eux un risque de discrimination et de catégorisation des populations auquel les pouvoirs publics devraient prêter la plus grande attention pour préserver les principes du libre arbitre.

65. Hubert Guillaud, « Comment les Big Data vont transformer notre société », *Les Échos*, 1^{er} juin 2013 ; <http://blogs.lesechos.fr/internetactu-net/comment-les-big-data-vont-transformer-notre-societe-a13014.html>

2 – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Les politiques énergétiques ont généralement pour but de réduire l'empreinte environnementale de l'activité humaine, mais pas suffisamment encore de favoriser les démarches d'efficacité énergétique active. L'élaboration d'une réglementation judicieuse en matière d'efficacité énergétique est une chose complexe à réaliser. Les intérêts des producteurs – faibles coûts de production –, ceux des consommateurs – faibles coûts d'achat et praticité des produits par exemple – et l'intérêt général – limitation des impacts environnementaux et conservation des ressources – sont souvent conflictuels. L'harmonisation au niveau mondial, qui semble nécessaire pour arriver à des résultats concrets, est très difficile à obtenir, comme le montrent la longueur des négociations et les résultats en demi-teinte du protocole de Kyoto (2005) ou encore des sommets de Copenhague (2009) et de Rio de Janeiro (2012). Ces réunions internationales ont principalement visé à réduire l'émission des GES.

Jusqu'à présent, les mesures publiques liées à l'efficacité énergétique en France ont œuvré dans deux directions :

- **la baisse de la consommation d'énergie**, en incitant à une meilleure isolation des bâtiments, ou encore en fixant des normes de consommation, comme par exemple l'obligation d'étiquetage pour les appareils électroménagers (efficacité énergétique passive) ;
- **le développement des énergies « propres »**, au détriment des énergies fossiles, en encourageant les moyens de transport électriques et l'installation de dispositifs photovoltaïques ou éoliens. Le Grenelle de l'Environnement fixe par exemple à 20 % la part des énergies renouvelables en France d'ici 2020.

Au niveau européen, plusieurs directives sur l'efficacité énergétique ont été publiées depuis 2004. Le Plan Climat Européen de 2008 a abouti à la règle des « 3x20 » : baisse de 20 % des GES, baisse de 20 % de la consommation énergétique et 20 % d'énergie renouvelables d'ici 2020. Si le discours dominant en Europe condamne l'émission de GES et encourage le développement des énergies renouvelables, le retour de l'exploitation massive du pétrole et du gaz aux États-Unis, au Canada ou en Irak montre toute l'ambiguïté du sujet et le cadre beaucoup plus global dans lequel il s'inscrit.

Dans *The Third Industrial Revolution*, Jeremy Rifkin parle de l'Europe comme l'espace le plus avancé en termes de coopération énergétique, citant notamment la CECA (Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier créée en 1951) et le Plan solaire méditerranéen, qui pourrait relier un vaste réseau de panneaux solaires dans le Sahara aux consommateurs nord-africains et européens, fournissant ainsi 15 % des besoins énergétiques de l'Union Européenne. Cependant, l'harmonisation énergétique du continent européen n'est pas encore pour demain. Il suffit de regarder la question du nucléaire et des énergies renouvelables pour s'en persuader : l'Allemagne a décidé de se passer de l'énergie nucléaire suite aux incidents de Fukushima, quand la France en fait encore une pierre angulaire de sa politique énergétique. Le déploiement de réseaux intelligents à grande échelle nécessite l'intervention et la volonté des pouvoirs publics, et l'harmonisation des dispositifs à un niveau national et international.

a. Améliorer la réglementation

- **Dans les standardisations** : oeuvrer à la standardisation à l'échelle européenne des réseaux électriques pour faciliter leur interopérabilité et rendre possible un marché européen de l'énergie ; travailler à la standardisation des infrastructures pour les véhicules électriques.
- **Dans l'efficacité thermique des bâtiments** : soutenir la rénovation de bâtiments publics ou d'entreprise et imposer des garanties de performance intrinsèques pour les nouveaux travaux.
- **Dans l'évaluation de l'efficacité** : modifier les certificats d'énergie pour améliorer leur efficacité, mettre à jour des étiquettes énergie pour les appareils, transformer la réglementation thermique en une réglementation énergétique qui tient compte de davantage de facteurs.
- **Dans les possibilités de financement** : favoriser le tiers financement dans les contrats de performance énergétique (CPE) (cf. le rapport *Smart cities*).

Aujourd'hui, les possibilités en la matière sont limitées pour des raisons légales. Pour améliorer l'efficacité énergétique, on pourrait faciliter l'utilisation, dans le

cadre d'un marché public, du CPE en introduisant la possibilité de tiers investissement/financement par un acteur privé qui viendrait s'ajouter au financement public. Le CPE nouvelle mouture permettrait à ces acteurs d'avancer les sommes aux partenaires publics pour financer les travaux d'efficacité énergétique ; l'acteur tiers se rembourserait ensuite grâce à une part des économies d'énergie réalisées. Aujourd'hui, en raison de la prohibition des clauses de paiement différé qu'impose le Code des marchés publics, la personne publique ne peut confier à un tiers investisseur le soin de préfinancer les travaux d'économie d'énergie.

b. Favoriser l'adoption de bons comportements par les consommateurs, afin de tirer pleinement parti des nouvelles technologies d'efficacité énergétique

> Un meilleur accompagnement

- › Pour permettre une meilleure prise de conscience du consommateur, il est tout d'abord nécessaire de lui permettre de visualiser sa consommation en soutenant l'installation de compteurs faciles d'accès et d'utilisation.
- › Il est aussi indispensable de développer l'accompagnement des particuliers dans leurs démarches personnelles d'efficacité énergétique, notamment pour les rénovations de bâtiments. Pour cela, l'État pourrait proposer des diagnostics de performance énergétique (DPE) qui intègrent automatiquement des propositions de travaux rentables, créer un label unique pour les prestataires de services et travaux de rénovation et imposer une vérification des travaux indépendante, avec sanction si le résultat n'est pas à la hauteur du devis. Des conseillers en rénovation énergétique pourraient accompagner les particuliers dans ces démarches.

> Des incitations économiques

- › Ces incitations peuvent être des subventions directes, des prêts à taux bonifié, des crédits d'impôts ou des taxes.

- › La responsabilisation des consommateurs dans la gestion des pointes et la maîtrise de la demande pourrait passer par une adaptation des tarifs réglementés aux évolutions du réseau. Un dispositif d'alerte du grand public en cas d'écart critique demande-production pourrait aussi être mis en place.

› Des incitations non financière : les *nudges* ⁶⁶

- › Pour rendre les bénéfices plus concrets, il s'agirait d'informer les consommateurs sur les coûts et les bénéfices des appareils économes et des bons comportements.
- › Après des travaux de rénovation, on pourrait informer le consommateur sur les économies qu'il a réalisées, et comparer les différentes économies potentielles avec ou sans changements de comportement via la facture.
- › Pour favoriser les effets d'entraînement, on pourrait organiser des concours locaux des « meilleures » économies, en comparant les performances entre voisins, immeubles ou communes.

c. Introduire des compteurs intelligents ouverts,

C'est-à-dire fondés sur des normes et des dispositifs permettant à tout acteur privé de proposer des services ou des applications. En effet, le frein à leur utilisation n'est pas l'ouverture des données par l'entreprise, mais l'existence de réglementations protectrices. Cela permettrait, en favorisant un écosystème de *start-up*, de dynamiser l'offre d'applications permettant par exemple le pilotage du bâtiment et les services qui y sont liés.

66. Le *nudge* consiste à appliquer les apports du comportementalisme (psychologie, économie, neurosciences) aux politiques publiques. Il s'agit d'une référence à l'ouvrage de deux universitaires américains, Richard Thaler et Cass Sunstein, *Nudge: Improving Decisions about Health, Wealth, and Happiness* de 2008, qui a connu un grand retentissement dans le monde anglophone.

3 – NOUVELLES TECHNOLOGIES DE PRODUCTION

Les propositions évoquées ici concernent essentiellement la robotique.

Les études du Syndicat des entreprises des machines et technologies de production (Symop) soulignent la sous-robotisation des lignes de production et l'âge vieillissant du parc de machines dans les usines, estimé en moyenne à dix-sept ans. Les gains de productivité en matière d'organisation ne suffisent donc plus. Il faut donc passer à une phase active de modernisation, d'autant que la demande internationale existe pour ceux qui sont compétitifs.

Jusqu'ici, les initiatives proposées par le gouvernement, notamment dans le Plan France Robots Initiatives de mars 2013, se sont avérées positives.

Sa mesure phare, le fonds de capital-risque Robolution Capital, a cependant mis plus de temps que prévu à voir le jour : attendu pour l'été 2013, sa constitution s'est achevée début mars 2014.

Autre initiative, le programme Robot Start PME, montre des signes encourageants. Lancé en novembre 2013, il prévoit d'aider 250 PME à acquérir leur premier robot grâce à une subvention de 10 % du prix d'acquisition et d'installation du robot. Six millions d'euros y sont consacrés, moitié pris en charge par la BPI, moitié par des acteurs privés.

Mais France Robots Initiatives est avant tout l'affirmation d'une volonté gouvernementale, et c'est à la filière, ensuite, de convaincre les grandes entreprises de s'y adjoindre et les chercheurs de mieux valoriser leurs travaux.

ROBOTIQUE

a. Renforcer le financement de la filière robotique

› Développer des fonds sur le modèle de Robolution Capital

Le fonds Robolution Capital réunit aujourd'hui 80 millions d'euros, 20 millions de plus que prévu, financés à parts égales entre le public (la BPI et le Fonds européen d'investissement) et le privé (AG2R la Mondiale, Orange, EDF, Thalès et des actionnaires individuels comme Marc Simoncini, le fondateur de Meetic, et Bruno Bonnell).

› Utiliser les financements européens

Il importe de mobiliser les entreprises pour qu'elles utilisent les fonds européens consacrés à la robotique, soit 700 millions d'euros sur sept ans. Or, pour le moment, la France se fait distancer par les Anglais, les Allemands et les Scandinaves.

› Pérenniser le mécanisme d'amortissement accéléré

Les PME qui investissent en robotique industrielle, sur une amélioration des processus de production ou sur les technologies d'avenir entre le 1^{er} octobre 2013 et le 31 décembre 2015 peuvent bénéficier, à ce titre, d'un amortissement exceptionnel sur 24 mois, applicable à compter de la mise en service de l'immobilisation. Ces investissements sont également éligibles au dispositif s'ils sont mis à disposition d'une autre entreprise. Il serait judicieux de pérenniser ce dispositif.

b. Diffuser davantage les vertus des robots

› Les pouvoirs publics et les entreprises pourraient faire en sorte de mieux faire connaître l'existence des nouvelles technologies de production, à commencer par les robots.

Groupes de travail, conférences, voyages d'études pourraient s'avérer des outils simples mais efficaces à cet effet.

› Les pouvoirs publics, les entreprises et les instituts de recherche pourraient s'allier pour mener des programmes de recherche sur les avantages et inconvénients des nouvelles technologies de production, et s'attacher à diffuser dans l'opinion le résultat des études.

Il reste difficile cependant de relier robotisation et taux d'emploi. Parmi les deux études qui s'y sont intéressées, l'une, du cabinet de consulting londonien Metra Martech (2012), s'attarde sur le cas particulier des industries automobiles allemande et japonaise qui « ont maintenu leur position de leader sur le

marché » grâce à l'automatisation. L'autre, du cabinet parisien Erdyn (2012)⁶⁷, invite à la prudence : « *Aucun lien systématique ne saurait être fait entre l'usage d'un outil (ici le robot) et les impacts en termes d'emploi.* » Tablant, en France, sur un potentiel de création d'emplois de quelques milliers à quelques dizaines de milliers à un horizon de cinq à dix ans, les analystes d'Erdyn n'évoquent pas la question des emplois supprimés.

› Développer une politique d'achats publics innovants

L'Etat s'est déjà engagé dans une telle politique à hauteur de 10 millions d'euros, afin de diffuser le goût de la robotique, mais pourrait aller plus loin.

c. Fluidifier le passage de la recherche fondamentale aux applications industrielles et commerciales

La recherche publique française en robotique est de très grande qualité, occupant les premières places en termes de publications scientifiques. Mais trop peu en est converti en produits ou entreprises. Il serait nécessaire, à cet effet, de développer des organismes capables d'accompagner de tels projets, à l'image du Groupement de recherche en robotique (GDR) créé en 2007 par le CNRS.

d. Développer les intégrateurs

Selon certains, la priorité serait en France à l'émergence d'acteurs de poids en robotique industrielle, la robotique de services française étant de son côté en très bonne position. Or il semble peu probable que cette ambition soit remplie, tant les acteurs allemands et japonais, rejoints récemment par Google, dominent le marché.

Il semblerait plus judicieux, comme l'explique Robin Rivaton⁶⁸, de s'attacher à la création d'une filière robotique prospère et intégrée entre roboticiens indus-

67. <http://www.erdyn.com/fr/news/view/r/robotique-personnelle-et-de-service--erdyn-etudie-pour-le-pipame-le-potentiel-de-l%E2%80%99industrie-francaise>

68. Fondapol, *Relancer notre industrie par les robots (2) : Les stratégies*, Robion Rivaton, décembre 2012 ;

<http://www.fondapol.org/wp-content/uploads/2012/12/Note-robotique-Rivaton-2.pdf>

triels, intégrateurs et roboticiens de service. En effet, explique-t-il, l'absence de producteur national n'est pas dommageable car « *la commercialisation des produits des roboticiens passe par des sociétés tierces, les intégrateurs. Bien que certaines grandes entreprises comme Michelin réalisent elles-mêmes l'intégration des robots dans leurs usines, la plupart des entreprises de petite ou moyenne taille ont recours aux services d'une entreprise spécialisée qui vend une solution productique globale adaptée aux besoins particuliers de l'entreprise, incluant le robot mais aussi les outils, l'audit, l'installation, la programmation, la formation des employés et, parfois, la maintenance post-installation.* » Cet ensemble de services représentant environ les deux tiers des ventes de robots, et ces acteurs résidant sur le sol français, il y a ici un gisement de valeur pour notre pays.

Or le marché français des intégrateurs est encore trop réduit – moins de 400 sur l'ensemble du territoire –, obsolète, et comporte des expertises sectorielles trop fragmentées. Et Robin Rivaton se conclure : « *Leur présence (...) est une condition nécessaire pour assurer le déploiement d'un outil robotique à l'échelle nationale et son maintien dans le temps, via la maintenance et la mise à jour des équipements.* ». La France a donc intérêt à favoriser le développement de quelques intégrateurs nationaux de grande taille, aux compétences suffisamment diverses pour couvrir plusieurs secteurs.

e. Aider les PME à acquérir des robots

Au-delà des grands groupes, accompagner les PME dans le développement de la robotique semble indispensable. Aujourd'hui, une très grande majorité des robots se trouve dans les grandes entreprises et pour seulement un tiers dans celles de moins de 1 000 salariés. L'une des raisons en est la pression fiscale et la faiblesse des marges opérationnelles.

- › **Développer des programmes sur le modèle de « Robot Start PME »**
- › **Encourager la mutualisation des capacités de production sur le modèle du hub, carrefour d'expertises des grandes entreprises, des PME et des start-up**

Les grandes entreprises pourraient ainsi faire bénéficier des PME ou des *start-up* de leurs robots, moyennant un partage de R&D de la part de l'entreprise bénéficiaire.

› **Aider les PME à intégrer les robots**

Si les PME ou *start-up* sont aidées dans l'achat d'outils, elles n'ont pas forcément les moyens humains pour utiliser ces derniers. Il faut donc intégrer dans les politiques publiques les coûts financiers de formation et de maintenance.

IMPRESSION 3D

a. Accélérer la recherche sur les matériaux

La France ne dispose que de très peu d'industriels fabriquant des imprimantes 3D, et il n'est pas sûr qu'elle puisse rattraper son retard en la matière. Cependant, tout comme dans le cas de l'impression classique, la production et la commercialisation de matériaux utilisés par les imprimantes 3D pourraient s'avérer rémunératrices. La France, bien dotée en industriels de la chimie et spécialistes des matériaux innovants, devrait s'engager dans cette voie.

b. Diffuser l'usage de l'impression 3D

Au vu des avantages de l'impression 3D, et leur rôle en matière de prototypage, il importe de diffuser son usage en installant des imprimantes 3D dans les lycées professionnels, les universités et les bureaux d'études. La location d'imprimantes est à ce titre une piste intéressante.

La mise à disposition d'imprimantes 3D appartenant à de grandes entreprises à des PME ou des *start-up* pourrait être envisagée.

c. Développer le financement public

La BPI a récemment annoncé la mise à disposition de 300 millions d'euros de prêts pour la robotique et l'impression 3D dans les PME. Cette dynamique mériterait d'être maintenue.

L'OBSERVATOIRE DE L'INNOVATION

LE PRÉSIDENT

Christophe de Maistre est Président de l'Observatoire de l'Innovation de l'Institut de l'entreprise.

Président de Siemens France, Christophe de Maistre est diplômé de l'école d'ingénieur Institut Supérieur de Mécanique de Paris. Il a obtenu un D.E.A. de l'Ecole Normale Supérieure de Cachan et un eMBA (Duke University).

Christophe de Maistre intègre le Groupe Siemens en 1991 où il occupe diverses fonctions marketing en Allemagne et en France avant d'être nommé General Manager Automation & Drives Electrical Technologies de Siemens Ltd China (1998/2002). Il est ensuite successivement Corporate Account Manager Group de Siemens AG pour les Groupes de Distribution REXEL et SONEPAR (2002/2005), General Manager A&D Low Voltage (Systèmes & Produits) de Siemens Ltd China (2005/2008) et, enfin, Senior Vice-President Siemens Building Technology North-East Asia (2008/2010). Début 2011, Christophe de Maistre est nommé président de Siemens France. Il a exercé également les fonctions de Président Europe Sud et Ouest de Siemens entre 2011 et 2013.

LE PILOTE

Delphine Manceau est Pilote de l'Observatoire de l'Innovation de l'Institut de l'entreprise.

Professeuse à ESCP Europe, elle y a fondé l'Institut pour l'innovation et la Compétitivité i7 qui analyse les nouvelles pratiques d'innovation des entreprises. Elle est aujourd'hui Directrice Europe de la Division Corporate de ESCP Europe

qui rassemble les activités de formation continue (programmes sur mesure et sur catalogue), l'Executive MBA et les relations avec les entreprises.

Spécialiste de marketing et d'innovation, elle a réalisé en 2009 avec Pascal Morand le rapport *Pour une nouvelle vision de l'innovation* commandé par Christine Lagarde, alors Ministre de l'économie, de l'industrie et de l'emploi, sur la capacité d'innovation des entreprises françaises et européennes. Elle est également l'auteur de l'ouvrage de référence *Marketing Management* avec Philip Kotler et Kevin Keller et de *Marketing de l'innovation* (avec Emmanuelle Le Nagard). Titulaire d'un doctorat en sciences de gestion et du diplôme d'habilitation à diriger des recherches, elle a été *Senior Fellow* à la Wharton School (University of Pennsylvania). Elle a également occupé les fonctions de Directeur académique de ESCP Europe et de Directeur du programme Master in Management Grande Ecole entre 2005 et 2008.

LE RAPPORTEUR

Julie Fabbri est Rapporteur de l'Observatoire de l'Innovation de l'Institut de l'entreprise.

Secrétaire Générale de l'Institut pour l'Innovation et la Compétitivité i7 de ESCP Europe depuis 2011, elle organise et coordonne les événements et travaux de recherche d'i7 sur les nouvelles pratiques d'innovation des entreprises.

Diplômée de ESCP Europe (Master in Management) et titulaire d'un Master Recherche en Gestion et Dynamique des Organisations de l'Université Paris X Nanterre, elle est aujourd'hui doctorante au Centre de Recherche en Gestion de l'École Polytechnique (CRG) où elle s'intéresse au rôle de l'espace physique de travail et des tiers lieux (espaces de *coworking*, *fab lab*) dans les processus d'innovation de petites entreprises et d'entrepreneurs.

LE CO-AUTEUR ET COORDINATEUR DE L'OBSERVATOIRE DE L'INNOVATION DE L'INSTITUT DE L'ENTREPRISE

Laetitia Strauch est Chargée d'études à l'Institut de l'entreprise.

Après une expérience en cabinet ministériel et dans le secteur privé, elle a intégré en 2013 la direction des études de l'Institut de l'entreprise, où elle a notamment travaillé sur les réformes du marché du travail en Allemagne, les « villes intelligentes » et les réformes de David Cameron au Royaume-Uni depuis 2010. Laetitia Strauch est ancienne élève de l'Ecole normale supérieure de la rue d'Ulm et de Sciences po Paris



@LaetitiaStrauch

LES DERNIÈRES PUBLICATIONS DE L'INSTITUT DE L'ENTREPRISE

Les réseaux sociaux d'entreprises : entre promesses et illusions

Par Denis Moneuse (avril 2014)

Royaume-Uni, l'autre modèle ? La Big Society de David Cameron et ses enseignements pour la France

Par Eudoxe Denis avec Laetitia Strauch (mars 2014)

Assurance chômage : six enjeux pour une négociation

Par Bruno Coquet (janvier 2014)

Smart Cities. Efficace, innovante, participative : comment rendre la ville plus intelligente ?

Par l'Institut de l'entreprise (novembre 2013)

Entreprises et territoires : pour en finir avec l'ignorance mutuelle

Par l'Institut de l'entreprise (octobre 2013)

Mettre enfin la fiscalité au service de la croissance

Par l'Institut de l'entreprise et l'Institut Montaigne (septembre 2013)

Réformer vraiment la formation professionnelle

Par Jacques Barthélémy et Gilbert Cette (septembre 2013)

Allemagne : miracle de l'emploi ou désastre social ?

Par Alain Fabre (septembre 2013)

Service public 2.0

Par Elisabeth Lulin (juillet 2013)

Toutes nos publications sont téléchargeables
sur notre site internet : www.institut-entreprise.fr

Directeur de la publication :
Frédéric Monlouis-Félicité, délégué général de l'Institut de l'entreprise

© Institut de l'entreprise, 2014
Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et d'exécution
réservés pour tous les pays

Créé en 1975, l'Institut de l'entreprise est un think tank indépendant de tout mandat syndical ou politique. Association à but non lucratif, l'Institut de l'entreprise a une triple vocation : être un centre de réflexion, un lieu de rencontre et un pôle de formation. Profondément ancré dans la réalité économique, il concentre ses activités sur la relation entre l'entreprise et son environnement. L'Institut de l'entreprise réunit plus de 130 adhérents (grandes entreprises privées et publiques, fédérations professionnelles et organismes consulaires, institutions académiques, associations...). Ses financements sont exclusivement privés, aucune contribution n'excédant 2% du budget annuel.

THINK TANK

- La réflexion de l'Institut de l'entreprise s'organise autour de 5 thématiques prioritaires : compétitivité et innovation, emploi et prospective sociale, management, finances publiques et réforme de l'action publique.
- Dans cette réflexion, la vision de l'entreprise – conçue à la fois comme organisation, acteur du monde économique et acteur de la société – tient une place prépondérante. Pour réaliser ses études et élaborer ses propositions, l'Institut de l'entreprise met à contribution un vaste réseau d'experts (universitaires, hauts fonctionnaires, économistes, politologues, dirigeants d'entreprise, think tanks partenaires étrangers...). La diffusion de ses idées s'appuie sur la parution régulière de rapports et de notes et sur la publication d'une revue annuelle, *Sociétal* – qui propose également des débats en ligne sur les questions d'actualité économique via la page *Sociétal - Le Blog*, intégrée au site internet de l'Institut de l'entreprise. Résolument tourné vers l'international et partenaire fondateur du *Réseau International des Thinks Tanks Economiques* (www.isbtt.com), l'Institut de l'entreprise intègre systématiquement dans sa réflexion l'analyse de modèles étrangers susceptibles d'inspirer les politiques publiques françaises.

RENCONTRES

Ouvertes à un large public ou réservées aux adhérents, les manifestations organisées par l'Institut de l'entreprise ont pour objectif d'animer le débat public et de stimuler la réflexion sur des sujets d'intérêt collectif, liés à l'entreprise. Dirigeants d'entreprise, personnalités politiques, experts issus de l'entreprise ou du monde universitaire sont invités à s'exprimer à l'occasion de déjeuners, de conférences et de débats.

FORMATION

L'Institut de l'entreprise propose des programmes pédagogiques visant à sensibiliser les publics appartenant à l'écosystème de l'entreprise aux enjeux économiques et sociaux. Dans ce cadre, l'Institut s'adresse prioritairement aux enseignants de Sciences économiques et sociales (SES), avec le Programme Enseignants-Entreprises ; aux jeunes « hauts potentiels », avec l'Institut des Hautes Études de l'Entreprise (IHEE) et Le Cercle ; aux représentants politiques avec le programme Elus & Entreprises.

Pour en savoir plus : www.institut-entreprise.fr



29, rue de Lisbonne, 75008 Paris
Tél. : +33 (0)1 53 23 05 40 / Fax : +33 (0)1 47 23 79 01
www.institut-entreprise.fr

