

■ **Synthèse du séminaire Management de l'innovation 2018** ■

**Comment les entreprises
font-elles face aux nouveaux enjeux de l'innovation?**

■ **Thierry Weil** ■

Titulaire de la chaire Futurs de l'industrie et du travail de MINES ParisTech,
conseiller de La Fabrique de l'industrie et membre de l'Académie des technologies,
animateur du séminaire Management de l'innovation

En bref

En 2018, le séminaire Management de l'innovation s'est penché sur la manière dont les entreprises de toutes tailles innovent au sein d'écosystèmes plus ou moins ouverts et intégrés. Nous avons abordé l'émergence de nouvelles technologies et de nouveaux systèmes techniques : fabrication additive, cybersécurité, véhicule électrique, pompes biomimétiques. Nous nous sommes penchés sur la manière dont les grands groupes s'appuient sur des start-up, les accueillent ou les imitent à travers les exemples des *digital foundries* de General Electric et Thales ou des *Studios* d'Orange. Nous avons analysé des expériences étrangères à travers les cas d'Heliatek en Saxe, de Valeo en Chine, de Nokia en Finlande. Enfin, nous nous sommes interrogés sur les défis auxquels font face les politiques nationales et européennes d'innovation et sur l'exemple de la politique française du numérique et de la politique d'innovation et de développement industriel chinoise dans le domaine des technologies vertes.

Mars 2019

L'émergence de nouvelles technologies et de nouveaux systèmes techniques

Nous nous sommes intéressés au développement d'une offre française à la fois de technologies, notamment sur la fabrication additive, la cybersécurité et les applications du biomimétisme, mais aussi de systèmes techniques intégrés à travers l'exemple du véhicule électrique.

Les alliances et coopérations entre entreprises – un thème majeur du séminaire depuis sa création – jouent un rôle clé, qu'il s'agisse de rassembler des compétences complémentaires pour mettre au point et distribuer des technologies sophistiquées (les machines de fabrication additive de la joint-venture Fives-Michelin), ou pour offrir des solutions intégrées de cybersécurité grâce aux prestations des membres de l'alliance Hexatrust. Nous verrons aussi, dans la section suivante, comment elles permettent de développer de nouveaux dispositifs et services avec leurs clients.

AddUp, pionnier français de la fabrication additive métallique

Des groupes peuvent être amenés à coopérer ou à créer des filiales communes pour tirer parti de leurs savoirs complémentaires. Ainsi Michelin a développé un savoir-faire de production de machines de fabrication additive de structures métalliques pour ses besoins propres (moules de structures de pneu sophistiquées), mais le groupe Fives est mieux placé pour distribuer de tels équipements dans les usines qu'il conçoit et installe. Les deux groupes ont donc créé une coentreprise pour développer des machines de fabrication additive de pièces métalliques par frittage laser sur lit de poudre. Michelin utilise cette technologie pour réaliser des pneus à très haute performance et Fives a dans son catalogue deux machines de fabrication additive d'excellent niveau. On peut cependant se demander si deux groupes de tailles aussi différentes – Michelin est plus de 10 fois plus gros que Fives – conserveront durablement un bon alignement stratégique dans un marché qui est loin d'être stabilisé et dans lequel des acteurs comme GE ont une stratégie de consolidation agressive.

Sentryo : assurer la sécurité de l'internet industriel

Des entreprises majeures, voire des pays comme l'Ukraine, ont été l'objet de cyberattaques massives pouvant immobiliser et parfois endommager leurs outils industriels. L'internet des objets renforce considérablement leur vulnérabilité et les risques de sabotage. Des hackers ont, par exemple, montré leur capacité à prendre le contrôle d'une voiture à partir de périphériques comme un lecteur de CD, agissant à distance par le réseau GSM. Sentryo permet à des clients non spécialistes de surveiller les opérations de leurs réseaux et d'être alertés en cas de comportement suspect. Un système d'intelligence artificielle apprend à discriminer le comportement normal et un événement inhabituel. L'entreprise fondée en 2014 a bénéficié du soutien de Bpifrance (400 000 euros) et de premiers investisseurs (2,3 millions d'euros), mais doit faire face à des concurrents israéliens ou américains ayant attiré un capital beaucoup plus important (respectivement 32 et 18 millions de dollars pour les israéliens Claroty ou Indegy). Pour compenser leur déficit de visibilité, une cinquantaine de start-up françaises de la cybersécurité se sont associées dans l'association Hexatrust et animent les filières #Security et #Privacy de la FrenchTech.

Wavera® : de la nage du dauphin à la pompe cardiaque

En étudiant la nage du dauphin et le mouvement ondulatoire de sa queue, AMS R&D a mis au point un nouveau concept de pompes biomimétiques. Les performances des pompes Wavera® leur ouvrent un marché dans de nombreux domaines industriels, de l'industrie automobile au nucléaire en passant par la pharmacie et l'aéronautique. Dans le domaine médical, une joint-venture créée en 2011 développe des pompes d'assistance cardiaque qui n'endommagent pas les cellules sanguines. Celle-ci a déjà levé 35 millions d'euros pour mettre au point son produit.

Le déploiement du véhicule électrique

En 2009, le lancement du programme Véhicule électrique de Renault pouvait sembler un pari hasardeux. Près de dix ans plus tard, Renault a capté 25 % du marché européen et les deux tiers du marché français. Les réglementations environnementales ont un impact favorable : vendre des véhicules électriques permet à un constructeur de rester au-dessous de la norme européenne de 95 grammes d'émission de CO₂ par kilomètre en 2020. Le programme amorce aujourd'hui le virage de la montée rapide en volume pour tirer parti de la situation de *first mover* du Groupe et dégager ainsi des profits substantiels. C'est l'ensemble du système industriel et commercial qui est remis en cause : transformation des lignes de production, bien sûr, mais aussi du métier de vendeur, qui doit désormais s'assurer que son client disposera d'un moyen de recharge, du modèle économique, avec la location des batteries pour que le client ne se préoccupe pas de leur durabilité, et des relations avec l'écosystème pour assurer la disponibilité de nombreuses bornes publiques, leur interopérabilité et des systèmes de paiement faciles à utiliser. L'expansion du marché sera fonction des baisses de coût permettant de capter le créneau des voitures les plus abordables (segment A). Cela passera par un changement de la technologie des batteries, mais aussi par la capacité de vendre au gestionnaire de réseau électrique une part de la capacité de stockage disponible des véhicules.

Grands groupes et start-up

Depuis ses débuts, et bien avant le succès des excellents ouvrages d'Henry Chesbrough sur l'innovation ouverte, le séminaire Management de l'innovation se penche sur les synergies entre entreprises, et notamment entre grands groupes et start-up.

Une nouvelle forme de coopération, les "fonderies digitales", est récemment apparue, déclinée, nous l'allons voir, de manière un peu différente chez General Electric et Thales. En même temps, les entreprises sont de plus en plus nombreuses à accompagner l'entrepreneuriat, sous forme de *labs* et d'"excubateurs" permettant de faciliter la valorisation sur d'autres marchés de leurs technologies (nous en avons étudié plusieurs exemples ces dernières années), mais aussi, comme chez Orange Studio, sous forme d'accélération de nouveaux développements destinés à être intégrés dans des unités existantes du Groupe.

La fonderie numérique de General Electric

La fonderie numérique permet d'accueillir clients et partenaires de GE pour les aider à intégrer les outils et savoir-faire numériques disponibles autour de sa plateforme logicielle Predix, à développer de nouveaux projets ou à accélérer des start-up. L'enjeu est d'apprendre à combiner les sciences des données appliquées aux processus industriels, la puissance de

traitement et les capacités de stockage disponibles sur le *cloud* et des techniques de conception agile. Les résultats peuvent notamment porter sur les performances des produits, la rapidité du développement, la flexibilité et les performances de l'outil de production, l'amélioration continue de la fiabilité des modèles et des jumeaux digitaux, l'efficacité des services offerts.

Les outils numériques pouvant être intégrés par tous, la différenciation se fait souvent sur la maîtrise des processus physiques et les compétences spécifiques aux métiers.

Il va falloir apprendre à gérer une masse considérable de données. Par exemple, si 5 kilooctets suffisent à stocker un rapport médical en simple texte, il en faut 1 500 pour une radiographie, 35 000 pour une image 3D en haute résolution d'organe, 200 millions pour une carte du génome. On voit qu'un dossier médical personnalisé qui contiendrait le génome du patient demanderait un volume de stockage considérablement plus important que ce qui avait été envisagé naguère.

Les technologies digitales pour la formation et la cybersécurité chez Thales Digital Factory

Pour maintenir sa position de leader et suivre l'évolution des technologies et des exigences des marchés, Thales doit pouvoir renouveler rapidement ses offres, mais aussi sa culture et ses modes de travail. Le Groupe a donc créé, en 2016, la *Digital Factory* pour accélérer sa transformation digitale et celle de ses clients. La *Digital Factory* développe la plateforme digitale du Groupe, aide les divisions à concevoir de nouveaux produits jusqu'au stade du *minimal viable product*, incube des projets de start-up internes ou externes, anime la *Digital Academy* pour contribuer à la diffusion de nouvelles compétences au sein du Groupe.

La *Digital Factory* a créé au sein de Station F un écosystème d'innovation sur la cybersécurité. Des start-up du monde entier, très soigneusement sélectionnées (une dizaine par session), y sont "accélérées" pendant six mois, coachées sur le plan technique et du développement commercial, souvent par des collaborateurs de Thales. Dès la première session, une dizaine de preuves de concept ont été produites, dont trois hybrident les technologies issues de plusieurs des start-up incubées.

La *Digital Academy* a, pour sa part, créé une plateforme de formation aux technologies numériques. En collectant des données sur les apprenants, il est possible de connaître les sujets d'intérêt de chacun, de savoir comment il apprend le mieux, de personnaliser son expérience et son parcours d'apprentissage en fonction de ses acquis et des nouvelles compétences à acquérir.

Orange Intrapreneurs Studio

Même s'il existe déjà au sein d'Orange Valley et d'Orange Garden des dispositifs permettant un meilleur couplage avec le reste de l'écosystème, Orange a ressenti le besoin de dédier une équipe à l'accompagnement de projets "intrapreneuriaux" a priori destinés à être valorisés au sein du Groupe. Il s'agit à la fois d'encourager l'émergence de nouvelles idées, d'accompagner les porteurs de projet, mais aussi de permettre l'assimilation des idées nouvelles par les unités qui les intégreront.

Depuis trois ans, le programme Orange Intrapreneurs Studio propose à tout salarié du Groupe ayant une idée d'innovation d'être "incubé" pour amener son idée au marché, en passant douze à dix-huit mois à temps plein au Studio, avec une équipe projet et un coach, en mode start-up.

Le parrainage d'une *business unit* contribue à ce que ces innovations rencontrent leur marché. L'accompagnement de chaque projet, la personnalité de chaque salarié requièrent d'imaginer une configuration adaptée à leurs besoins spécifiques : c'est un mouvement qui transforme les salariés, les managers et les *business unit*, et qui permet d'inventer de nouveaux modes de fonctionnement qui diffusent dans le Groupe et suscitent l'émergence de capacités locales d'innovation dans différents pays. Enfin, le Studio permet aussi de mener des recherches sur de nouvelles méthodes d'innovation ainsi que sur les modèles d'affaires et la croissance rapide des entreprises.

Expériences étrangères

Depuis sa création, le séminaire profite du passage ou du retour en France de personnalités connaissant bien les systèmes d'innovation étrangers. Cette année, nous avons bénéficié des témoignages de Thibaud Le Séguillon, alors PDG d'Heliatek, jeune pousse issue de l'université de Dresde, après une carrière aux États-Unis et en Chine, ainsi que d'Édouard de Pirey, qui a dirigé pendant cinq ans Valeo Chine.

Développer des entreprises technologiques aux États-Unis, en Chine et en Allemagne

À partir de recherches et de brevets des universités techniques de Dresde et Ulm, Heliatek a mis au point des films organiques photovoltaïques pouvant être posés sur une multitude de supports, conjuguant une efficacité élevée et une faible empreinte carbone. Les cellules solaires incorporées à des films plastiques souples peuvent équiper des téléphones portables aussi bien que des camions, des conteneurs, des bancs publics, des toits ou des façades. Le choix fut de concentrer la société sur le marché dont elle pourrait tirer le plus grand avantage : le bâtiment.

La société anonyme TU Dresden, chargée de valoriser la recherche de l'université éponyme, n'a pas hésité à céder ses brevets en échange d'une part du capital de la société dont elle avait subventionné les premiers mois d'activité. Les politiques locaux, y compris le ministre président du land de Saxe, se sont personnellement impliqués pour aider la start-up à rencontrer des investisseurs. Cette coopération de tout l'écosystème (décideurs publics régionaux, enseignants-chercheurs, université...) explique comment cette région de l'ancienne Allemagne de l'Est est devenue le premier cluster européen pour les semi-conducteurs et le second mondial pour les semi-conducteurs organiques, après la Corée.

Après un premier tour de table financé par Bosch et BASF pour 4 millions d'euros, la société en lève 22 pour financer une première ligne pilote de fabrication. Plus de 80 millions suivront, apportés par la holding de la famille Quandt, propriétaire de la moitié du capital de BMW, puis par Engie, BNP Paribas et Innogy (ancienne division de RWE consacrée aux énergies renouvelables, séparée de la maison mère puis rachetée par E.ON).

Selon Thibaud Le Séguillon, une entreprise aussi technologique se serait moins bien épanouie dans la Silicon Valley, où elle n'aurait pas trouvé facilement des expertises techniques aussi pointues, mais aurait pu aussi se développer en Corée ou au Japon, qui maîtrisent à la fois les technologies de semi-conducteurs organiques et de fabrication de machines. Un concurrent américain, Kateeva, a d'ailleurs levé facilement 250 millions de dollars puis fait faillite. L'Amérique ne dispose pas, dans le domaine d'Heliatek, de meilleures compétences, mais il

est plus facile d'y trouver des financements importants. Le JEDI (*Joint European Disruptive Initiative*) permettra-t-il à l'Europe de combler son retard ?

Comment Valeo tire parti des opportunités chinoises

Après être passée de “l'usine du monde” au “marché du monde”, la Chine devient aujourd'hui le “laboratoire du monde”. 20 % des publications scientifiques proviennent de Chine, soit presque autant que des États-Unis (22 %), tandis que l'Europe en fournit encore 29 %. La moitié des licornes mondiales sont chinoises. Valeo s'est installé en Chine pour accompagner ses clients dès 1994, à l'époque où ce pays produisait 300 000 véhicules par an... chiffre multiplié par 90 en vingt-trois ans. La Chine, jadis pays de production à bas coût, est aujourd'hui à la pointe des technologies. Valeo y emploie 20 000 personnes dans 34 usines, dont 3 400 chercheurs. Elle y réalise, en 2017, 16 % de ses ventes, mais 27 % de ses prises de commande. Sa stratégie est fondée sur la confiance faite aux équipes locales et a permis de passer rapidement du *made in China* au *designed with China*, de tisser des liens forts et pérennes avec les ambitieux et pragmatiques constructeurs chinois. C'est en Chine que Valeo a développé, avec l'université Jiao Tong de Shanghai, la première petite voiture électrique en 48 volts. La Chine est également en pointe dans la mobilité digitale, avec une concurrence locale féroce dans les flottes de vélos en libre-service. Pragmatiques, les Chinois adopteront probablement la voiture autonome dès qu'ils constateront qu'elle fonctionne bien et leur investissement massif dans l'intelligence artificielle leur permettra d'être un acteur clé sur ce marché.

Pour concrétiser son rêve chinois, Valeo a compris qu'il était nécessaire de l'inclure dans le rêve chinois de Xi Jinping, celui de faire renaître la puissance de la Chine telle qu'elle a été dans le passé.

Gloire et déclin du géant Nokia

En moins de trois décennies, Nokia est devenu le leader de la téléphonie mobile avant un déclin qui l'a conduit à vendre cette activité à Microsoft. Dans un livre récent, Yves Doz, professeur de management international à l'INSEAD, explore et analyse les étapes successives de ce parcours. Grâce à un accès privilégié aux cadres supérieurs de Nokia au cours des vingt dernières années, suivi d'un programme de recherche plus concerté à partir de 2015, Yves Doz décrit et analyse les différentes étapes du parcours de cette entreprise, les décisions stratégiques et organisationnelles de ses dirigeants, leur comportement et leurs interactions, leur capacité à mobiliser leurs employés. Pourquoi cet effondrement ? Des erreurs évitables ont-elles été commises ? Le succès de Nokia contenait-il les germes de son échec ?

Politiques publiques

Les nombreux témoignages des acteurs de terrain nous permettent de mieux apprécier et de discuter l'impact – et les éventuelles lacunes – des politiques publiques nationales, régionales et européennes de soutien à l'innovation.

Cette année, nous avons accueilli Dominique Guellec, directeur des politiques d'innovation à l'OCDE, pour discuter de l'adaptation de ces politiques aux défis de la numérisation, ainsi que Gérard Roucairol et Pierre Bitard, auteurs d'un livre blanc pour une politique industrielle

du numérique en France. Enfin nous accueillerons en février Joël Ruet, président de The Bridge Tank, qui analyse comment la Chine construit ses positions industrielles futures.

Les politiques nationales d'innovation au défi de la numérisation

La digitalisation des produits et des procédés (substitution des données et du logiciel à des artefacts physiques ou à des activités humaines) transforme l'économie et la société, notamment en abaissant les barrières qui séparent les marchés et les acteurs, suscitant de nombreuses innovations. Cette fluidification de l'économie favorise simultanément, et de façon apparemment contradictoire, l'émergence de nouvelles entreprises, mais aussi des effets de concentration, voire de monopolisation.

Gouvernements et régulateurs sont démunis face à ces évolutions rapides. Par exemple, les autorités de la concurrence doivent-elles se mettre en retrait et laisser libre cours aux mécanismes de marché, en constatant qu'IBM ayant été remplacé par Microsoft, puis par Google, le jeu reste ouvert et qu'il ne vaut mieux ne pas interférer ? Doivent-elles, au contraire, considérer que nous avons atteint un niveau de cristallisation des pouvoirs de marché qui rend difficile l'émergence de nouveaux concurrents ? Par ailleurs, les économistes constatent la forte augmentation des inégalités dans la distribution des performances et des rétributions des activités liées à l'innovation au niveau à la fois des individus, des entreprises et des territoires. En effet, les données vont aller de manière fluide là où elles créeront le plus de valeur : vers les individus les plus qualifiés, les entreprises les plus aptes à les utiliser ou les régions les plus avancées.

D'autres dilemmes affectent les décisions d'ouvrir les données ou de les protéger, la manière de soutenir l'innovation dans les services ou de favoriser la maîtrise des technologies numériques par les PME, voire le financement de la recherche. Ainsi, pendant plus de cinquante ans, la recherche sur l'intelligence artificielle et les machines apprenantes, engagée dès 1956, a pu apparaître comme un gaspillage d'argent public, tandis que Vladimir Poutine a déclaré en 2017 que « *l'État qui maîtrisera l'intelligence artificielle sera le maître du monde* ».

La capacité de compréhension et d'action des gouvernements et régulateurs sur un domaine comme l'intelligence artificielle est de surcroît limitée par le fait que les entreprises dominantes captent les meilleurs experts en leur offrant des rémunérations astronomiques. La situation actuelle évoque celle de l'année 2000, quand les gouvernements regardaient avec inquiétude l'envol des produits financiers dérivés et se montraient incapables de réguler le marché, faute de pouvoir rémunérer les experts qui auraient pu les aider à comprendre ce qui se jouait et à construire des réponses fiscales ou réglementaires.

Pour une politique industrielle du numérique

La transformation numérique repose sur l'imbrication et l'intégration de plusieurs ruptures technologiques fondamentales, à la fois dans les composants, les télécommunications et les logiciels.

Dans les composants, les limites physiques à la miniaturisation d'un processeur unique poussent désormais à mettre en parallèle de nombreux processeurs, ce qui va obliger à reconcevoir la plupart des logiciels existant pour les adapter à ces architectures massivement parallèles. Par ailleurs, les usines de circuits intégrés, dont le coût dépasse désormais 20 milliards de dollars, sont difficiles à rentabiliser, ce qui renforce le mouvement de

concentration du secteur. Les débits de télécommunication permettront demain de transmettre 10 gigaoctets par seconde vers un téléphone mobile en 5G (soit l'équivalent de 2 500 livres de 200 pages), et 100 fois plus sur le réseau fixe. Enfin, les logiciels permettent de considérer les ordinateurs connectés à Internet comme une gigantesque machine programmable.

On assiste à la fois à une dissémination des capacités de calcul dans de multiples objets (internet des objets) et à une concentration dans le *cloud* et les *data centers* des données et de leur traitement.

La transformation numérique se joue dans trois mondes différents : le monde réel, où il s'agit d'intégrer des capteurs, des processeurs, des calculateurs aux produits, aux machines, aux individus, aux organisations ; le monde de la connectivité et des télécommunications ; le monde de l'intermédiation. Dans le premier monde, la France et l'Europe tiennent encore leur place ; le cœur du monde des interconnexions est partagé entre le chinois Huawei et l'américain Cisco ; le monde de l'intermédiation est dominé par les GAFAs, qui s'appuient sur des infrastructures colossales. Or, c'est dans ce troisième monde qu'est réalisé l'essentiel de la création de valeur.

Pour contribuer à construire une offre européenne dans ce monde de l'intermédiation, le livre blanc préconise de jouer sur la réglementation (commerciale, fiscale, sociale), la normalisation et la certification (véhicules autonomes, données de santé, *smart cities*...), la standardisation de la représentation des objets virtuels et jumeaux numériques (où l'Europe dispose avec SAP, Dassault Systems et ESI – *European systems integration* – de trois grands éditeurs de logiciels), la labellisation européenne de la sécurité des logiciels, et de profiter des ruptures technologiques comme les supercalculateurs, qui remettent en jeu les positions acquises.

La stratégie chinoise pour dominer l'industrie "verte"

Pour Joël Ruet, chercheur au CNRS et président fondateur de The Bridge Tank, la percée chinoise dans les technologies environnementales – éolien, solaire, mobilité électrique, batteries et stockage, hydrogène – est le fruit d'une stratégie d'État systémique, fondée sur des outils complémentaires qui se sont raffinés depuis vingt-cinq ans :

- une Politique scientifique d'intégration technologique, définie très en amont ;
- des Politiques industrielles pour attirer et développer les technologies choisies par le régime, créer des avantages et les transmettre à toute la chaîne de valeur (mines, raffinage, matériaux, technologies, systèmes) ;
- des réglementations régulièrement révisées pour fixer sur son sol les entreprises étrangères tout en sinisant progressivement l'écosystème, pour créer, dimensionner et contrôler le marché domestique ;
- une diplomatie économique et une finance "verte" pour asseoir un avantage compétitif mondial.

La Chine remet ainsi en selle un pan négligé d'économie industrielle, la protection des industries naissantes, et questionne les stratégies classiques d'investissement et d'innovation.

Un foisonnement d'opportunités

Cette année, comme les précédentes, nous avons fait témoigner quelques acteurs et observateurs privilégiés des transformations en cours. Nous constatons un foisonnement d'opportunités (technologies numériques, biomimétisme) et de défis (changement climatique, sauvegarde de l'environnement, pouvoir croissant de quelques acteurs du numérique maîtrisant plateformes et données...). Avec détermination, les entreprises agissent et innovent pour tirer parti de ces évolutions (fabrication additive, besoin de cybersécurité, solutions biomimétiques), quitte à devoir engager de nouvelles relations avec d'autres entreprises ou institutions pour promouvoir un nouveau système technique comme la mobilité électrique et quitte à nouer des partenariats avec des start-up qui complètent leurs savoir-faire et facilitent leur propre transformation.

Les pouvoirs publics ne sont pas en reste. Si les jeunes pousses européennes pâtissent d'un accès difficile au financement de leur développement, faute de bénéficier des ressources des marchés américains ou de celles de l'État chinois, elles peuvent encore s'appuyer dans certaines régions sur des savoir-faire anciens ou récents qu'il faut entretenir et développer (par exemple, à Dresde, les compétences en fabrication de machines et en optoélectronique, ou, à Paris, en mathématiques et en intelligence artificielle). Les régulateurs européens et nationaux se remettent en cause, expérimentent et tentent d'apprendre de leurs expériences. Ils cherchent à devenir agiles et volontaristes pour promouvoir des réglementations commerciales, fiscales et sociales adaptées, des procédures de normalisation et de certification favorables et soutenir les infrastructures clés, les initiatives disruptives et l'émergence d'acteurs européens significatifs.