

Académie des technologies

La renaissance de l'industrie

Recueil d'analyses spécifiques

Communication présentée à l'Académie
en avril 2014

Imprimé en France
ISBN : 978-2-7598-1650-7

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.

PRÉFACE

En 2013, l'Académie des technologies a consacré son séminaire annuel à une réflexion sur les moyens de lutter contre la tendance au déclin de l'industrie française et a produit un rapport sur « la renaissance de l'industrie : construire des écosystèmes compétitifs, fondés sur la confiance et favorisant l'innovation ».

Ce rapport a mobilisé plusieurs groupes de travail sur des sujets transversaux et s'est appuyé sur des contributions thématiques et sectorielles. Le présent document présente quelques-unes de ces analyses en complément du rapport de synthèse sur la renaissance de l'industrie.

L'industrie est indispensable au développement et à la cohésion de notre pays. Si son industrie décline, la France s'appauvrit, perd des savoir-faire collectifs qu'il faut plusieurs décennies pour constituer.

L'Académie des technologies a donc réfléchi aux moyens de redresser la compétitivité de l'industrie française, grâce à des produits et des services innovants, à des procédés performants, à une organisation réactive permettant de garantir un haut niveau de satisfaction de clients exigeants et de parties prenantes diverses. En effet, l'industrie ne peut prospérer qu'en se réinventant, en se transformant pour prendre en compte les nouveaux défis liés à la mondialisation, à la fragilité de l'environnement, aux aspirations au développement et à la sécurité d'une population toujours plus nombreuse.

Elle le fera en s'organisant pour construire et mobiliser des ressources variées sur les territoires où elle est implantée, en offrant des carrières attractives et évolutives pour attirer et motiver des collaborateurs compétents, en encourageant les paris patients et risqués liés à l'investissement productif. Le développement de nouveaux usages et de nouveaux besoins sont autant d'opportunités à saisir.

L'Académie des technologies, particulièrement concernée par les questions industrielles, poursuit ainsi sa mission d'utilité publique au service de la France.

Gérard Roucairol,
Président de l'Académie des technologies

SOMMAIRE

SYNTHÈSE DE RÉFLÉXIONS GÉNÉRALES

- 1 - Pour des écosystèmes dynamiques d'innovation et de compétitivité :
quelques conjectures tirées d'analyses de cas**
Alain Bravo,
délégué général et Gérard Sené, expert extérieur 07
- 2 - Un exemple formation/industrie (Plasti campus d'Oyonnax)**
Michael Matlosz,
délégué aux compétences-clés et à la formation 53
- 3 - Développer la recherche technologique :
une impérieuse exigence pour notre pays**
Contribution de l'Académie des technologies aux assises
de l'Enseignement supérieur et de la Recherche 57
- 4 - Le financement des entreprises et de la technologie**
Christian de Boissieu et Bernard Daugeras,
membres de l'Académie des technologies 65
- 5 - S'appuyer sur de nouveaux usages pour rattraper nos retards**
Alain Bugat, vice-Président, Pascal Morand et Erich Spitz,
membres de l'Académie des technologies 69

CONTRIBUTIONS THÉMATIQUES ET TRANSVERSALES

6 - Les TIC, moteurs de l'innovation « système » Gérard Roucairol, Président de l'Académie des technologies	83
7 - Les industries alimentaires Pierre Feillet, membre de l'Académie des technologies	95
8 - Le secteur de la construction Yves Farge et Bernard Decomps, membres de l'Académie des technologies	101
9 - Les textiles techniques Pascal Morand, membre de l'Académie des technologies	109
10 - Les petits réacteurs nucléaires modulaires Alain Bugat, vice-Président de l'Académie des technologies	117
11 - Le modèle <i>Lean</i> Roland Vardanega, membre de l'Académie des technologies	121
12 - L'usine du futur Gérard Sené, expert extérieur	127
13 - PME : le moment d'agir. Pour un « small business act » à la française Christian Brevard, Yves Farge, Bernard Tramier et Antoine Gaset, membres de l'Académie des technologies ainsi qu'Elisabeth Caze et Serge Bercovici, secrétaires scientifiques	139

1

POUR DES ÉCOSYSTÈMES DYNAMIQUES D'INNOVATION ET DE COMPÉTITIVITÉ

Quelques conjectures tirées d'analyses de cas

Alain Bravo, délégué général et Gérard Sené, expert extérieur

RÉSUMÉ STRATÉGIQUE

Les facteurs-clés qui impactent la stratégie des entreprises que nous avons retrouvés régulièrement au cours des entretiens, sont au nombre d'une vingtaine. Ils se rangent sous cinq grandes thématiques que nous avons intitulées respectivement : capacité d'innovation, accès au marché, performance opérationnelle, capacité de financement et leadership.

Cette représentation fait apparaître la dynamique de l'innovation et de la croissance comme une spirale ascendante, passant toujours par ces mêmes thématiques, mais avec une criticité différente des facteurs de succès ou d'échec selon le stade de développement de l'entreprise. Les entretiens que nous avons conduits – mais aussi les autres études récentes sur l'innovation et la création d'entreprises

dont nous rappelons les résultats – indiquent que cette *dynamique est largement grippée en France*.

Le renouveau industriel passe par sa réparation et sa remise en marche. Cette représentation permet de traduire la question globale de la « Renaissance de l'Industrie » en un objectif opérationnel : « *Faciliter le franchissement par les entreprises des différentes étapes de leur parcours de croissance* ».

Les pôles de compétitivité, à partir de l'analyse des huit cas que nous avons faite, complétée par les travaux de l'Observatoire des pôles de compétitivité, nous sont apparus comme des lieux privilégiés d'apprentissage des écosystèmes et des solidarités industrielles, ayant des qualités, d'une part, d'adaptabilité et de polyvalence et, d'autre part, de pragmatisme et de créativité, qui en font d'excellents dispositifs pour faciliter les parcours de croissance. Ils ont d'ailleurs pour une partie d'entre eux, déjà largement entamé une évolution vers des plates-formes de services, qui souligne la continuité logique de cette transformation progressive de leur mission, « d'usines à projets en usines à produits », puis maintenant d' « usines à produits en usines à croissance ».

Pour remettre en route la dynamique de l'innovation et de la croissance, c'est-à-dire pour faire renaître l'industrie – entendant par là aussi bien la naissance de nouvelles entreprises que le renouveau des industries existantes – une répartition des rôles s'esquisse alors clairement :

- ▶ **à l'État**, la construction d'un environnement socio-économique et d'un climat d'opinion, favorable à l'industrie et aux entreprises, qui couvrent notamment les domaines que nous évoquons en listant les facteurs-clés de la performance opérationnelle : la compétitivité logistique, l'enseignement, les infrastructures des réseaux, la simplification et la stabilisation de la réglementation et de la fiscalité, une politique macroéconomique qui n'affaiblisse pas la compétitivité des entreprises ;
- ▶ **aux industriels**, avec l'appui des parties prenantes régionales ou locales, notamment les centres de recherche publics, les pouvoirs régionaux ou locaux, etc. *d'utiliser le « bras armé » d'écosystèmes dynamiques d'innovation et de croissance tels que les pôles de compétitivité* pour accompagner efficacement les entreprises dans leur parcours de croissance par des services innovants et répondant à la variété des besoins.

Cette transformation en « usines à croissance » suppose notamment :

- ▶ *de renforcer la légitimité et le leadership des pôles dans l'accompagnement de la croissance des entreprises,*
 - ▷ d'une part, en faisant mieux connaître *les initiatives nouvelles efficaces,* notamment celles consacrées au développement de l'activité et en facilitant leur déploiement dans les autres pôles. De tels échanges d'expérience devraient bien entendu inclure les petits pôles, souvent très pragmatiques et très innovants, comme nous l'avons déjà dit,
 - ▷ d'autre part, en favorisant *le rôle fédérateur et coordinateur des pôles* auprès des autres pourvoyeurs d'aides aux entreprises (CCI, chambres des métiers, agences d'innovation, etc. ;
- ▶ *d'adapter l'organisation des pôles à cette mission élargie,* en structurant les opérations de production de services, en sélectionnant les meilleurs outils, en formant les équipes à l'évolution de leurs métiers *et en intégrant dans les critères de performance des pôles des indicateurs de management des services offerts et de suivi des « clientèles »,* afin non seulement de disposer d'une mesure simple, mais aussi complète du périmètre de leurs missions ;
- ▶ *de développer de nouvelles formes de financement ou de les autoriser au sein des financements existants :*
 - ▷ *d'une part, pour les projets hors périmètre FUI ou ANR,* d'un montant de compris entre 100 et 500 K€ et ayant un horizon de résultat inférieur à 2 ans, tels que les « Preuves de Concept »,
 - ▷ *d'autre part, pour l'acquisition des conseils, ressources et outils nécessaires à la définition et au démarrage des plans de croissance des entreprises* (recrutements, coaching stratégique, systèmes d'information, etc.).

Nous proposons enfin huit *idées opérationnelles*, qui font système, pour transformer notre recommandation en actions.

1. À destination des décideurs politiques (parlementaires, élus régionaux, etc.), concevoir une session de présentation de la notion de « parcours de croissance » et de sensibilisation aux problématiques que les entreprises ont à résoudre au long de ces parcours ».
2. Dresser un inventaire, faire une publication et établir une communauté d'échange d'expériences sur les initiatives originales des pôles dans le domaine de l'accompagnement de la croissance (contrats de croissance,

outils d'action collective notamment commerciale, etc.) pour renforcer leur légitimité et déployer plus rapidement les « bonnes pratiques ».

3. Constituer un réseau national d'experts technologiques et de managers expérimentés, en activité ou jeunes « émérites », d'une part, pour accompagner les patrons de PME dans la définition de leur stratégie et, d'autre part, pour faciliter les décisions des investisseurs sur le financement des projets « high tech ». L'initiative prise par l'Académie royale de technologie britannique, avec la création d'un centre de conseil aux entreprises, est un exemple de la forme qu'une telle initiative pourrait avoir.
4. Établir un référentiel de pilotage et de mesure des performances managériales des pôles de compétitivité qui intègre les dimensions d'offre de services et de suivi des « clientèles ».
5. Développer une procédure de financement des preuves de concept (voir Picom).
6. Développer une procédure de financement, sous forme d'avance remboursable, pour l'acquisition des conseils, ressources et outils nécessaires à la définition et au démarrage des plans de croissance des entreprises (voir Pégase).
7. Créer un institut de la logistique pour développer la compétitivité logistique des PME et des ETI à l'instar des entreprises du Nord de l'Europe.
8. Développer les initiatives décentralisées du type « JESSICA » pour une meilleure connaissance et appropriation du numérique par les entreprises tant dans les domaines commerciaux (chaîne de valeur, réseau international de distribution) que productifs (robotique et automatisation des lignes de production, automatisation des processus administratifs, etc.).

INTRODUCTION

Contexte

Dans un document préparatoire du projet « Renaissance de l'Industrie », un académicien¹ notait : « Chaque jour en 2012, 2,5 hexabytes de données ont été

¹ Marko Erman, CTO Thales

produites [10¹⁸]. 10 fois plus qu'il y a cinq ans. 50 000 fois plus que la somme de toute la littérature que l'humanité a produite ». Cet exemple illustre bien le contexte dans lequel se sont spontanément situés nos interlocuteurs pour répondre à nos questions sur leur stratégie et les dimensions qui en fondent le succès ou, parfois aussi, expliquent les échecs. Notre monde contemporain est devenu global et ouvert. La capacité d'innovation n'y a jamais été aussi grande, les marchés n'y ont jamais été aussi étendus, mais le changement et la compétition n'ont jamais, non plus, été aussi rapides et si brutaux.

La survie et le développement dans cet environnement passe par *la rapidité d'adaptation et la coopération* :

- ▶ **rapidité d'adaptation** de l'offre des entreprises aux attentes des clients et aux nouvelles opportunités technologiques, des organisations à l'innovation ouverte et à la transformation des chaînes de valeur, des compétences et des financements aux besoins des entreprises, etc. Mais aussi adaptabilité des régions et des États, soumis, comme les entreprises, à la libre circulation des hommes, des talents et des capitaux et pris dans la compétition internationale entre territoires ;
- ▶ **coopération**, car l'innovation dans des produits et services devenus de plus en plus complexes, passe par l'association de nombreuses technologies et de nombreuses compétences, par la solidarité entre producteurs, par la proximité avec les clients, par la confiance entre investisseurs et entrepreneurs, etc. Tous les travaux récents sur l'économie de l'innovation convergent d'ailleurs vers la construction d'écosystèmes innovants, véritables catalyseurs de l'innovation, dont la Silicon Valley reste l'archétype, mais qui se multiplient un peu partout dans le monde : États-Unis, Chine, Israël, Corée du Sud, Allemagne, Suède, etc. et y compris en France.

Nos interlocuteurs nous ont décrits comment ils affrontaient ce monde, comment ils s'y adaptaient et y réussissaient. Nous avons rencontré des entrepreneurs et des dirigeants de pôles de compétitivité combattifs, innovants, largement internationalisés, mais aussi conservant un fort ancrage dans leur territoire grâce à une coopération intelligente entre industriels, chercheurs et collectivités territoriales, régionales et locales. Finalement, nous avons un peu oublié le discours dépressif qui s'est saisi de la France pour les entendre parler d'innovations, de conquêtes de marchés, d'aventures humaines partagées et d'initiatives. Bien sûr,

la lutte est âpre, l'avenir jamais assuré, mais s'il y a un tissu industriel qui meurt de son inadaptation, il en existe un aussi qui se réinvente et renaît. Le renouveau de l'industrie passe par les entrepreneurs. Le travail de notre groupe de travail a consisté à rapporter à la fois quelques témoignages et quelques idées afin qu'ils trouvent en France le soutien et le climat nécessaires pour qu'ils puissent et aiment s'y développer.

Présentation de la méthodologie

Les résultats et recommandations du groupe de travail sont fondés sur trois approches complémentaires.

1. Une série d'entretiens individuels auprès :

- ▷ d'une part, de dirigeants (ou ex-dirigeants) d'entreprises de différentes tailles, de différents âges, de différents secteurs – on citera en particulier, SEP, Essilor, Pellenc, Tango – complétés par deux conférences de présentation de Gemalto et Tesla Motors (Tango et Tesla Motors ne sont certes pas des entreprises françaises, mais il était très intéressant d'avoir le témoignage de compatriotes travaillant dans ces entreprises américaines),
- ▷ et d'autre part, de dirigeants de pôles de compétitivité : Axelera, Arve Industries, IAR, I-Trans, Novalog, Pégase, Picom, Vegepolys.

À chaque fois, il s'est agi de décrire de façon concrète et détaillée, les trajectoires suivies par ces acteurs économiques pour passer (ou aider à passer) du stade de l'idée à celui de l'innovation commercialisée à grande échelle : où et comment ont-ils rassemblé les compétences nécessaires, associé les fournisseurs et les clients, industrialisé puis commercialisé leur innovation, trouvé les financements nécessaires, etc. ?

2. Une réflexion collective des académiciens : au sein de cette information très riche, nous avons ensuite recherché les facteurs de succès et d'échec qui apparaissaient de façon suffisamment régulière pour qu'ils puissent être

considérés comme des invariants, que les entreprises industrielles innovantes doivent maîtriser ou éviter dans leur stratégie.

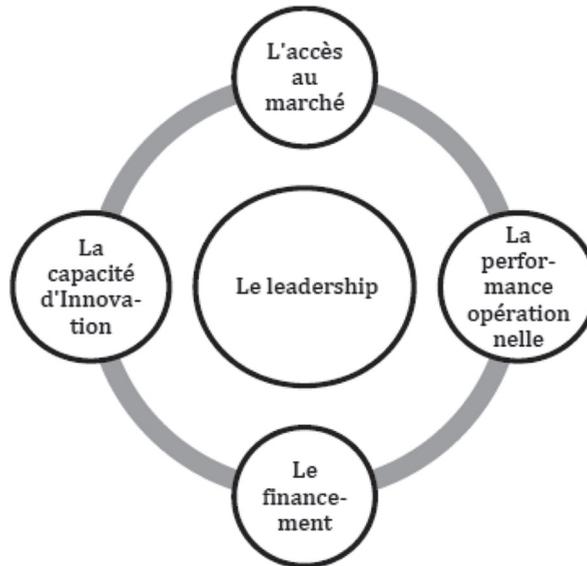
Ces différents facteurs ont été discutés et enrichis par les participants du groupe de travail lors de l'Atelier tenu par l'Académie les 9 & 10 octobre 2013 sur le thème de la renaissance de l'industrie.

3. Enfin, une mise en perspective : ce travail se devait de tenir compte des nombreux travaux récents conduits sur les thèmes de la réindustrialisation et de l'innovation afin de tirer parti de cette somme considérable et d'y confronter nos propres conclusions : en France, *rapport Beylat-Tambourin* (2013), *rapport Erdyn-Technopolis, BeringPoint* (2012), *études de l'INSEE et de la DGCIIS* sur l'évaluation des pôles de compétitivité (2012 & 2013), *rapport Booz & associés* sur l'innovation en France (2013) ; mais aussi aux États-Unis, *rapport de l'Académie des sciences (Rising to the challenge, 2013)*, du MIT (*Production in Innovation Economy, 2013*) ou encore à l'OCDE (*Science, Technology & Industry : Scoreboard, 2013*), *publications de l'Observatoire des pôles de compétitivité*, communication de l'Académie des technologies (*Une contribution à la question des start-up technologiques*), publications de *La Fabrique de l'Industrie (À quoi servent les filières ? »*, mai 2013).

PREMIÈRE PARTIE : MODÉLISER POUR POUVOIR AGIR

Facteurs de succès, facteurs d'échec et invariants des stratégies

Les dimensions des stratégies qu'empruntent les entreprises innovantes et qui influencent leur succès ou leur échec sont nombreuses. Il apparaît toutefois qu'elles peuvent se rassembler autour de cinq grandes thématiques qui déterminent la dynamique de l'innovation et de la croissance des entreprises. Nous commencerons donc par cette présentation des facteurs de succès et d'échec qui ressortent des entretiens.



Schema : les cinq thématiques dominantes des stratégies des entreprises innovantes et en croissance

Les facteurs-clés de la capacité d'innovation

- ▶ **Maîtriser un domaine technologique :** dans tous les exemples que nous avons rencontrés, nous avons eu affaire à des ingénieurs à qui la maîtrise d'une technologie permettait de concevoir une solution technique plus performante que celle existant jusqu'alors. Si la technologie n'est pas indispensable à l'innovation, elle est en tout cas un très fort atout qui permet à la fois de faire progresser les performances, d'élever les barrières à l'entrée de la concurrence et de sécuriser les investisseurs.
- ▶ **Être proche d'un secteur d'application et à l'écoute des besoins des clients :** l'innovation technologique est guidée par la valeur d'usage. L'entrepreneur-innovateur aura d'autant plus de chances de réussir qu'il entretiendra une proximité avec un secteur d'application où il aura identifié et compris les besoins mal satisfaits et les problèmes auxquels sont confrontés ses futurs clients. La conception d'une solution réellement adaptée à leurs besoins passe par une coopération étroite avec quelques clients pilotes.

- ▶ L'étude de Booz & associés, dont nous avons rappelé les références, en fait d'ailleurs l'une de ses conclusions, qui se résume ainsi : équilibrer la culture d'ingénieur et l'innovation *Technology Driver* dominante en France par la culture client et l'innovation *Need Seeker*.

Bernard Maitenaz, père fondateur du succès d'Essilor, était, à la fois un familier de l'optique (puisque son père était l'un des dirigeants de la Société des lunetiers), conscient des inconvénients des verres à double foyer et un ingénieur en mécanique, capable de transférer son expertise du traitement des surfaces des matériaux métalliques à celui du verre. Avec ces « intrants » il inventa les verres progressifs.

Roger Pellenc était fils de vigneron et professeur de technologie. En croisant ses compétences techniques et sa familiarité avec le métier de la vigne, il conçut la mécanisation des opérations de vendange.

Eric Setton, jeune X parti à Stanford pour y prolonger ses études, y renforça son expertise de la communication vidéo sur internet. Dans le même temps, lui et ses amis, souffrant de l'éloignement de leurs familles, éprouaient le besoin de trouver de meilleures solutions pour rester connectés à leurs proches. Avec l'arrivée de l'iPhone, ils inventèrent la première application de communication vidéo sur Smartphone. Le projet Tango était né.

- ▶ S'insérer dans un écosystème innovant ou le construire : pour innover, les entreprises ont besoin de « se nourrir » des ressources de leur environnement : qualité des partenariats de R&D, accès aux technologies complémentaires nécessaires à des objets de plus en plus complexes, dialogue avec les clients, qualité des partenariats d'industrialisation, confiance des investisseurs, conseils variés et partages d'expérience, etc. Pour les plus jeunes, elles le font en s'insérant dans un écosystème existant. Pour les autres de plus grande taille, elles créeront leur propre écosystème, intégrant les fournisseurs de technologies clés, développant les réseaux d'experts ou acquérant leurs clients-distributeurs.

L'histoire d'Eric Setton et de Tango décrit bien les avantages uniques apportés par un écosystème innovant aussi performant que celui de la

Silicon Valley : étudiant à Stanford, son maître de thèse, l'un des pionniers de la communication vidéo sur internet, partage ses activités entre l'université et l'entreprise. Par son intermédiaire Eric rencontre de nombreuses start-up et de nombreux investisseurs. Puis il part travailler aux HP Labs, en tant que « postdoc ». Il y approfondit son expertise en communication vidéo sur internet et intervient souvent comme expert auprès de start-up. Lors de ces interventions, il rencontre Uri Gaz, un « serial entrepreneur » qui compte déjà six créations d'entreprises qui l'ont fait bien connaître du réseau des investisseurs locaux. Comme nous l'avons déjà vu, les deux créateurs ont des raisons personnelles de s'intéresser à la communication vidéo sur Smartphone. Ils nouent une relation étroite avec Apple qui lance à la même époque son I-Phone 3 et développent une nouvelle application vidéo spécifique à ce support.

En quatre mois, ils définissent leur business plan, réunissent sans problème un premier tour de table financier, recrutent dix ingénieurs dans la masse des ingénieurs talentueux présents dans la vallée pour s'attacher les différentes compétences techniques dont ils ont besoin et développent la nouvelle application. Dix jours après son lancement, en 2009, Tango a recruté 10 millions d'utilisateurs. Pour poursuivre leur croissance, faire évoluer leur modèle et le monétiser, ils bénéficient des conseils, intéressés, mais aussi intéressants, de « grands anciens » tels que Marc Zuckerberg de Facebook et Eric Schmidt de Google.

Multiplication des passerelles entre l'université et l'industrie, densité des compétences technologiques et managériales disponibles, accès rapide au capital, climat positif valorisant la réussite, entraide intéressée, etc. montrent bien les atouts qu'apporte un écosystème innovant aussi efficace que celui de la Silicon Valley.

- ▶ **Pratiquer un management performant de l'innovation** : sans prétendre à l'exhaustivité, on retiendra ici les dimensions d'un tel management, qui ont été soulignées au cours des entretiens :
 - ▷ *placer haut la barre*, en imposant une grande exigence sur la différenciation du produit ou du service : pré-requis évident mais, loin d'être toujours satisfait, l'innovation doit apporter une solution plus performante aux

clients que celles qui leur étaient jusqu'alors offertes, une nouvelle valeur d'usage. Dans ce domaine, il semble que le niveau d'exigence des grands entrepreneurs-innovateurs puisse friser carrément la mégalomanie (Elon Musk, patron de Tesla Motors a inscrit comme spécification principale de son produit « faire la meilleure automobile du monde »). Sans aller systématiquement jusque là, une grande exigence de différenciation est un facteur-clé de succès de l'innovation ;

- ▷ *aligner le positionnement et le prix sur la performance* : cette différence doit être source d'un accroissement de valeur suffisant pour que le client accepte de payer un prix plus élevé. Différenciation du produit innovant, positionnement premium, prix élevé débouchant sur une forte rentabilité capable d'attirer les investisseurs forment un ensemble cohérent qui accompagne la réussite de l'innovation ;
- ▷ *développer une culture du bricolage créatif* : pour innover, il faut savoir être créatif pour trouver rapidement des solutions nouvelles plus performantes, la plupart du temps avec des ressources limitées. Chez Tesla, on parle de culture « Scrappy », de culte du « système D » et de la débrouillardise. Mais quand Roger Pellenc monte son premier prototype dans son garage ou quand Bernard Maitenaz travaille chez lui le soir à la mise au point des verres progressifs, on est aussi dans la culture du bricolage créatif, une culture qu'il devient de plus en plus difficile de conserver au fur et à mesure que l'entreprise croît et que les process se standardisent ;
- ▷ *réussir le changement d'échelle* pour une industrialisation robuste du produit, en s'associant les compétences technologiques, en nouant les partenariats avec les fournisseurs et en disposant des outils nécessaires à une industrialisation robuste du produit.
- ▷ *accorder une grande attention à la gestion de la propriété intellectuelle*, d'une part, prioritairement, pour la bonne protection des savoir-faire propres innovants et, d'autre part, pour l'observation de la vitalité du marché par le suivi des innovations et par l'identification des acteurs innovants.
- ▷ *maintenir le dynamisme innovateur*, au-delà de la phase de démarrage, par la mise en place d'un processus organisé d'innovation, qui tire parti des compétences et de la créativité des collaborateurs.

Gemalto a ainsi mis en place un processus d'innovation, intitulé « *Big Process Inno Garage* » qui tente de concilier efficacité, vitesse, créativité et participation. Chaque collaborateur est encouragé à noter ses idées. Une revue régulière de celles-ci est réalisée par la direction de la propriété intellectuelle. Les idées brevetables rapportent à leur créateur une prime de 2 000 €. Celui-ci peut en outre, entrer dans un processus dit « *try hard & fail fast* ». Il disposera de trois mois, pour développer une preuve de concept, un travail qu'il conduira en parallèle à sa fonction principale. À l'issue de cette période, soit le projet est abandonné, soit il aboutit à un résultat convaincant et donne lieu à la création d'une cellule d'incubation, qui travaillera en mode projet à sa réalisation.

- ▷ simultanément, *apprendre à maîtriser la croissance externe*, qui, à la fois, sert de vecteur à l'intégration de l'écosystème innovant et au développement de l'accès au marché.

Essilor ne s'est rattaché à aucun écosystème innovant préexistant. Il a construit le sien, en conduisant une stratégie d'intégration de toutes les étapes de la chaîne de valeur et en acquérant les technologies clés qui lui étaient indispensables. Au stade de développement atteint, la R&D cesse d'être exclusivement interne, pour devenir une stratégie à laquelle est associée la croissance externe d'acquisition de technologies clés (usinage des verres, thermoplastiques, traitements de surfaces, etc.). Comme le résume Xavier Fontanet, son précédent dirigeant : « La R&D, c'est une équipe interne de chercheurs, des acquisitions et des joint-ventures. (...) La réussite de notre stratégie de croissance externe tient notamment à la culture du respect des autres, propre à Essilor, qui fait que chaque manager de la cible acquise ressent qu'il entre dans la "famille Essilor" pour son excellence et la contribution qu'il apportera à la réussite de l'ensemble. Cette dimension est renforcée par la part du capital de l'entreprise qu'acquiert tout manager en entrant dans le groupe ».

Les facteurs-clés de l'accès au marché

- ▶ **Anticiper correctement les délais et mettre au point le modèle de commercialisation** : les délais de pénétration de l'innovation sont souvent beaucoup plus longs qu'on ne l'anticipe au départ et ce pour de multiples raisons : existence de normes à changer, preuves de performances et d'innocuité à fournir, besoins de formation des clients ou des distributeurs, réactions des concurrents, etc. La stratégie de mise en marché doit être testée sur sa capacité à les réduire au maximum mais aussi à fournir une estimation fiable du besoin de financement de l'effort commercial, avant que celui-ci ne permette le décollage des ventes.

Essilor apparaît ici encore comme un cas d'école où les freins à l'entrée, sources de retard dans le décollage des ventes ont été multiples.

Le principe même des verres progressifs avec ses images floues sur les parties latérales inférieures heurtait de plein fouet les dogmes les mieux établis dans l'optique qui voulaient que le verre donne une image parfaitement nette en chacun de ses points. Les verres étaient en plus difficiles à monter par les opticiens et le prix était nettement plus élevé que celui des verres à double foyer, considérés jusque là comme une solution satisfaisante. Il fallait aussi se rendre chez l'ophtalmologiste et avoir une ordonnance médicale pour les verres progressifs, ce que ne nécessitaient pas les verres simples comme des loupes, pour la presbytie. De plus, le prix rendait nécessaire de rentrer dans la nomenclature de la sécurité sociale pour s'en faire rembourser une partie. Avec tous ces handicaps, le dénigrement par la concurrence était facile et fut largement pratiqué. De 1960 à 1972, le décollage des ventes fut très lent et n'intervint vraiment qu'avec le lancement d'une seconde génération de verres résolvant mieux les problèmes d'aberrations latérales. Ce n'est que progressivement que la direction commerciale d'Essilor finit par définir le modèle de commercialisation – sophistiqué – qui allait assurer la pénétration des verres Varilux : positionnement haut-de-gamme avec un prix élevé, développement régional en tâche d'huile, sélection de quelques opticiens ou laboratoires d'optique bénéficiant d'une formation complète sur les verres progressifs et équipés d'instruments pour établir les bonnes spécifications, recrutement d'opticiens pour la vente, organisation de nombreuses

réunions de formation et d'information, y compris dans les écoles d'optique, démonstration par des travaux cliniques confiés à des sommités de l'optique pour démontrer la performance et la fiabilité des verres.

- **Construire et bien encadrer le réseau de distribution national et international** : qu'il soit intégré (filiales de vente) ou externe (distributeurs), il est le point de passage obligé pour accéder au client final. De sa qualité dépend à la fois, la conquête des parts de marché et la qualité du service associé au produit (conseil, formation, SAV). Diverses tendances à l'œuvre renforcent son importance, mais aussi son coût. On citera notamment :
- ▷ la personnalisation du service associé au produit ;
 - ▷ l'intégration croissante de l'électronique « embarquée » dans les produits, avec ses conséquences en termes de maintenance des produits et de formation du réseau.

Ces évolutions conduisent souvent les entreprises au fur et à mesure qu'elles se développent à devoir racheter leurs distributeurs.

Les équipements vendus par Pellenc nécessitent une présence commerciale forte auprès des clients (de l'ordre de 50 % de l'effectif du groupe Pellenc) pour démontrer les produits et contrer la concurrence, former les utilisateurs et assurer le service après-vente. Ces opérations, notamment à l'étranger, sont réalisées par un réseau de 800 distributeurs qui représente un coût commercial très élevé (25 % de commission sur le prix de vente + les coûts d'encadrement du réseau : visites, formation, etc.).

Du fait de la montée en complexité technique des équipements (notamment développement de l'électronique), les coûts de formation de leur personnel montent aussi chez les distributeurs et pèsent sur leurs marges, entraînant notamment un refus croissant d'entretenir un stock de pièces détachées. Face à ces évolutions antagonistes, Pellenc a mis en œuvre différentes alternatives :

- une complémentarité entre le réseau et la vente sur internet pour le matériel électroportatif ;

- la mise en place d'un système de vente directe en Italie et en Espagne (avec plusieurs bases locales et des inspecteurs exclusifs ou multicartes) ;
- la reprise de distributeurs existants en partenariat avec Claas.

Ces changements dans la distribution de ses équipements constituent l'un des enjeux majeurs pour le futur de Pellenc.

- ▶ **Internationaliser la présence commerciale** : dans un travail réalisé pour l'OCDE en 2010, Homi Kharas et Geoffrey Gertz, économistes à la Brookings Institution, indiquent que la globalisation qui s'était essentiellement construite autour des consommateurs américains et des producteurs chinois passe à une nouvelle phase, fondée sur la généralisation de la classe moyenne mondiale. Il y avait en 2010, 1,85 milliards d'individus dépensant de 10 à 100 US \$/jour (dont 54 % en Europe et aux États-Unis). Ils en prévoient 3,25 milliards en 2020 (dont 54 % en Asie-Pacifique et 32 % en Europe et États-Unis). Au cours de la présente décennie, ce qu'ils définissent comme la classe moyenne, aura augmenté de 1,4 milliards de consommateurs, dont 1,2 milliards en Asie-Pacifique. Ces chiffres soulignent l'importance de l'internationalisation de la présence commerciale pour la croissance à venir des entreprises.
- ▶ **Disposer d'un autofinancement ou de fonds propres suffisants pour financer un investissement commercial de plus en plus lourd** : au total, la transformation des cibles en clients, l'internationalisation de l'activité commerciale et la construction d'un réseau de distribution de plus en plus intégré au fur et à mesure que l'entreprise se développe exigent beaucoup d'argent, de compétences commerciales et internationales et de temps, qui se traduisent en un investissement commercial croissant et, qui plus est, doit être financé essentiellement en fonds propres.

Les facteurs-clés de la performance opérationnelle

La performance opérationnelle est le résultat d'un ensemble varié et complexe d'actions et de facteurs, pour partie internes à l'entreprise, qui concerne les process et les équipements, l'organisation et le management et pour partie, lié à son

environnement. Le groupe de travail ne prétend pas avoir conduit une analyse détaillée de ce sujet mais a voulu faire ressortir les dimensions qui, au fil des entretiens, se sont imposées comme les leviers directs de la réussite des entreprises.

Les facteurs de compétitivité internes

- ▶ **Travailler à l'amélioration continue de la chaîne de valeur** : même si l'innovation doit permettre la pratique de prix élevés, l'optimisation, en parallèle, de la chaîne de valeur, la recherche de diminution des coûts et de fiabilité du service a été considérée par tous les répondants comme un facteur de succès prioritaire, dont l'importance croît au fur et à mesure que les marchés s'internationalisent et que les sources d'approvisionnement se délocalisent. L'optimisation nous est apparue guidée par quelques principes, retrouvés en totalité ou en partie dans les exemples rencontrés, sans déboucher pour autant sur des solutions similaires, montrant la complexité de cette problématique :
 - ▷ l'ancrage local des compétences et des activités de conception et de développement pour des raisons de protection des savoir-faire originaux ;
 - ▷ le développement de partenariats avec les apporteurs de technologies-clés complémentaires ou leur acquisition ;
 - ▷ la sous-traitance des opérations productives à faible valeur ajoutée dans les zones où existe une main d'œuvre compétente et bon marché ;
 - ▷ la localisation des opérations de finition des produits – s'il y en a – à proximité des marchés ;
 - ▷ mais aussi, la recherche de simplification de cette chaîne logistique.

Ces problématiques s'affirment au fur et à mesure que l'entreprise croît. Dans tous les cas, elles rendent de plus en plus floue la notion de *made in France*.

Quelques exemples témoignent de la similarité des problématiques, mais aussi de la diversité des solutions choisies, au moins pour un temps :

- **Pellenc** a choisi une délocalisation partielle de sa chaîne de valeur, avec le maintien des activités de conception, de développement et de service (formation, SAV) au siège français du groupe, mais le transfert en Slovaquie de toutes les opérations relevant de la construction

mécanique et du travail de l'aluminium, pour des raisons à la fois de compétences et de coût, et en Chine, de la fabrication des batteries au lithium.

- **Essilor** a essaimé 250 laboratoires d'optique pour desservir les 300 000 points de vente qui distribuent ses marques. La finition des verres, reçus semi-finis des usines y est réalisée, assurant la qualité du service (réactivité, fiabilité) attendue par les clients.
- **Tesla Motors** donne priorité à l'intégration verticale en réalisant sur son site unique le montage des moteurs électriques, l'injection plastique ainsi que la fonderie aluminium.
- **Les fonderies Loiselet**, PME que nous avons contactée, a relocalisé ses fabrications en France après les avoir délocalisées en Chine

Remarque : La qualité de la relation entre fournisseurs (ou sous-traitants) et clients (ou donneurs d'ordre) est un aspect important de la performance de la chaîne de valeur. L'externalisation des opérations, le développement de systèmes productifs plus complexes et délocalisés renforcent le poids de la qualité de cette relation, tant sur la compétitivité que sur l'innovation ou la fiabilité du service.

- ▶ **S'approprier les effets du numérique sur la compétitivité (et l'innovation) :** l'intégration croissante de l'électronique dans les équipements pour l'automatisation des process de production (robotique) ainsi que dans la logistique (dématérialisation des documents, amélioration des prévisions, gestion optimisée des flux et des stocks...), la vente et le service (sites de vente sur internet, e-learning, maintenance à distance, etc.) est considérée comme l'un des leviers stratégiques pour la compétitivité et la croissance des entreprises. L'accès des PME, notamment, aux TIC et à leurs applications dans leur métier est essentiel à la survie et au renouveau du tissu industriel. Une initiative telle que JESSICA est un exemple intéressant de la façon dont l'accès des PME aux technologies du numérique peut être facilité.

JESSICA est une association, fondée par le CEA et BPI France, principalement financée par le ministère du redressement productif.

Elle porte le programme CAPTRONIC dont l'objectif est *d'aider les PME françaises, quelque soit leur secteur d'activité, à renforcer leur compétitivité et leur capacité d'innovation grâce à l'intégration de solutions électroniques et de logiciel embarqué dans leurs produits.*

L'Association regroupe vingt-quatre ingénieurs répartis sur l'ensemble du territoire et compte 400 adhérents. Ses interventions prennent la forme de séminaires, de missions de conseils, d'appui technique aux entreprises et de suivi de projets.

Ainsi, en 2012, selon les chiffres figurant sur son site, JESSICA a aidé plus de 2 000 PME, par la sensibilisation au moyen de séminaires techniques (1 350 PME), par des conseils (538 PME), par des contrats d'appui technique en collaboration avec les centres de compétences en électronique (253 PME) ainsi que par le suivi des PME et de leurs projets (353 PME).

Les séminaires, les conseils et le suivi des projets sont gratuits (sans condition d'adhésion). Les interventions d'experts sont prises en charge à raison de 40 et 80 % du montant total (selon le stade d'avancement des projets) dans la limite d'un plafond d'intervention de 16 000 € h. t. L'adhésion à l'association coûte par ailleurs 500 € h. t. la première année puis 300 € h. t. les années suivantes.

- **Développer un management fondé sur la participation des salariés, l'accroissement de leurs responsabilités (*empowerment*) et le développement de leurs compétences** : dans un climat de compétition tendue et de changement continu, avec une répartition géographique et une diversité culturelle des équipes de plus en plus grandes, le maintien de la motivation et de la cohésion des salariés est un facteur essentiel du succès. Toujours présente dans nos exemples, cette priorité se traduit en actes de diverses façons : Partage d'une vision claire, fédération autour d'un projet, explication du sens des actions, management participatif du changement, participation au capital et/ou intéressement au résultat, processus transparents de promotion interne, gestion des talents organisée, etc.

Remarque 1 : L'application du *lean management*, en tant que système collectif d'amélioration continue et de suppression des gaspillages dans les

entreprises a été également citée comme l'un des facteurs de compétitivité important dont la diffusion devrait être étendue. Sa signification, souvent associée à des coupes brusques dans les effectifs, en fait cependant un terme équivoque, qui demande à être bien expliqué avant d'être employé.

Remarque 2 : Le thème du développement et de la capitalisation des compétences a été, au total moins souligné qu'on aurait pu s'y attendre, malgré les questions du guide d'entretien qui abordait ce sujet.

- **Stimuler l'adaptabilité et la vitesse d'exécution :** si la performance opérationnelle se mesure en termes de réduction de coûts et d'amélioration de la qualité, elle doit de plus en plus prendre en compte la capacité de l'entreprise à se remettre en cause et à s'adapter rapidement. Les trois facteurs précédents – la conception de la chaîne de valeur, la diffusion des TIC et le management – sont d'ailleurs les trois leviers importants qui conditionnent l'adaptabilité au changement et la vitesse d'exécution.

Tango est passé en 4 ans de zéro à 170 millions d'utilisateurs et a pris trois virages stratégiques majeurs avant de trouver un modèle économique viable : d'abord, système de communication vidéo sur smartphones, l'offre s'est étendue à tous types de messages (oral, textes, photos) puis enfin (pour l'instant), sous la pression de la concurrence, a intégré la distribution de jeux vidéo. À chaque fois, l'entreprise a dû remettre en cause son modèle et acquérir rapidement de nouvelles compétences.

Gemalto a su également redéfinir complètement son modèle : d'entreprise de composants techniques, elle est passée à une entreprise fournissant des solutions complètes de services et en assurant la gestion (exemples : gestion de l'identité visuelle en Suède, gestion des transactions monétaires sur smartphones au Kenya, etc.). Les produits ne représentent plus aujourd'hui que 2 % de son chiffre d'affaires.

Si les entreprises du domaine des TIC extrêmes les exigences de vitesse et d'adaptabilité, il demeure que ces dimensions sont aussi devenues vitales pour les autres industries, pour l'adaptation des stratégies et des opérations aux attentes des marchés et des clients et aux performances de la concurrence.

Les facteurs de compétitivité externes

Ils relèvent très largement des compétences de l'État. Quatre facteurs nous ont été cités :

- ▶ **la compétitivité logistique** : l'industrie nationale souffre à la fois des échecs de la politique des transports et de l'attention insuffisante portée par les pouvoirs publics à la compétitivité logistique :
 - ▷ dans le premier cas, la France s'est révélée incapable de maintenir la compétitivité de ses principaux ports (Le Havre et Marseille) face à la concurrence des autres ports de la mer du Nord et de la Méditerranée, faute notamment de savoir ou pouvoir mener un dialogue social constructif à l'image de ce qui s'est fait chez ses concurrents. Elle a également échoué à se doter d'un transport ferroviaire de marchandises dont la productivité et la fiabilité soient comparables à celle des meilleurs réseaux européens ;
 - ▷ dans le second cas, la performance de la chaîne logistique n'a jamais été perçue comme un levier de compétitivité indispensable à la survie de nombreuses PME et au renouveau industriel. La situation est en partie masquée par l'existence d'une France à plusieurs vitesses : de grands groupes globalisés (industriels, distributeurs, transporteurs) très performants ; des ETI et des PME, situées dans les régions de l'axe Lille-Marseille, bien équipées en infrastructures, mais qui pâtissent néanmoins d'un manque de maîtrise des compétences nouvelles requises par une logistique qui se mondialise ; enfin, des PME situées dans les régions périphériques qui souffrent de la double peine liée au manque d'infrastructures et de compétences. De l'avis très largement partagé par le groupe de travail et par les industriels interrogés, l'absence d'une politique globale de compétitivité logistique – comme il en existe une en Allemagne sous l'égide du ministère de l'industrie – est un handicap lourd et croissant pour l'industrie française.
- ▶ **L'équipement en infrastructures-réseaux « haut-débit »** : l'évolution des outils de conception, de développement et de production industriels et la part croissante qui occupe le numérique va renforcer l'importance du haut-débit comme facteur de compétitivité pour l'industrie installée en France.

- **La formation des compétences** : Les métiers de l'industrie sont largement méconnus des jeunes français quand ils ne sont pas déconsidérés. De plus, la maîtrise des savoirs de base (lire, écrire, compter) et des règles de civilité nécessaires au travail en usine (respect des horaires et de la discipline) est de moins en moins acquise quand les jeunes, particulièrement des catégories sociales populaires, sortent de l'enseignement (la confirmation de notre constat apparaît dans les résultats de la dernière étude Pisa). Enfin, certaines compétences techniques spécifiques se trouvent de moins en moins et constituent des freins au développement des entreprises.

Selon le Groupe Pellenc, par exemple, les compétences en électrotechnique et en électronique de puissance ont disparu du marché. Celles en analogique sont de plus en plus difficiles à trouver.

De même, dans le domaine technico-commercial, les vendeurs disposant d'une bonne compétence technique sont rares malgré la création d'un centre de formation par le Syndicat du machinisme agricole, mais qui ne « produit » que quinze diplômés par an.

- **La réglementation et la fiscalité** : pour la première, c'est essentiellement sa complexité qui est considérée comme un facteur de non-compétitivité. Pour la seconde, son niveau et son instabilité sont dénoncées comme incompatibles avec la renaissance de l'industrie. *Dans le cas du crédit d'impôt-recherche*, les mêmes attentes de stabilité s'expriment pour une mesure reconnue comme très positive, ce qui plaide pour son maintien. Toutefois, l'incertitude concernant la définition des dépenses de recherche réellement prises en compte par l'administration fiscale, souvent considérée comme restrictive par les entrepreneurs au regard de la réalité de l'innovation et de la diversité de ses dimensions, agit comme un frein à l'efficacité de ce dispositif. Elle pourrait être réduite par un recours plus fréquent au rescrit fiscal qui permet d'anticiper et de clarifier les positions de l'Administration.

Les facteurs-clés du financement

Les facteurs de succès et d'échec qui ressortent de nos entretiens se classent en deux groupes ; ceux qui se réfèrent à l'autofinancement et ceux qui traitent des financements externes.

- ▶ **Disposer d'une capacité d'autofinancement forte et durable** : celle-ci doit venir de l'innovation elle-même, dont le prix et les volumes de vente doivent permettre de dégager un fort cash flow. Mais, son décollage peut être long en raison des obstacles et délais. Dans une telle configuration, l'un des facteurs de succès est de disposer d'un produit « vache à lait » qui va nourrir dans l'intervalle et en partie l'investissement à faire sur le nouveau produit. Enfin, on ajoutera à cette forte capacité d'autofinancement et au même rang d'importance, la volonté du dirigeant de réinvestir durablement ses bénéfices pour construire son entreprise.

Essilor n'a pu attendre aussi longtemps le décollage des ventes du Varilux que grâce au « cash » dégagé par la vente des montures de lunettes Nylon qui fut réinvesti dans le développement des verres progressifs.

Pellenc, depuis son origine, il y a 40 ans, a toujours réinvesti ses bénéfices dans l'entreprise, autofinçant sa croissance et construisant un groupe mondial.

- ▶ Disposer d'un financement externe durable, non échecancé et bien dimensionné par rapport aux besoins : dans les cas étudiés, la source du financement externe était :
 - ▷ soit un client riche et avec une vision à moyen terme (Cas de la SEP : l'État dans le secteur de l'armement a longtemps tenu ce rôle) : Une configuration qui tend malheureusement à disparaître ;
 - ▷ soit un fonds de capital-risque (cas de Pellenc), acceptant d'être un actionnaire patient, pouvant rester jusqu'à une dizaine d'années au capital. Il faut noter qu'à la différence du capital-développement, les interventions du capital-risque se font essentiellement en fonds propres, car les recettes de l'entreprise étant incertaines quant à leur montant et

leur échéance, il n'est pas possible de mettre au regard, des remboursements d'emprunt aux échéances fixes. ;

- ▷ soit une entrée en bourse (cas d'Essilor) : Elle apparaît comme la sortie réussie pour une entreprise innovante mais elle ne peut intervenir que quand le modèle économique de l'entreprise a déjà démontré son efficacité et qu'il peut ainsi obtenir la confiance des actionnaires. Une stratégie ambitieuse, stable et lisible ainsi que des engagements tenus constituent les conditions de la poursuite du développement.

Deux gaps de financement ont été particulièrement soulignés comme facteurs d'échec, dans les parties amont et aval de la chaîne de financement :

- ▶ *l'insuffisance des fonds d'amorçage (de 100 à 500 K€)*, considérés comme de trop petits dossiers et donc en général délaissés par les sociétés de capital-risque, sans être pour autant pris en charge par les *business angels*, une classe d'investisseurs relativement peu nombreux et peu incités par la fiscalité française, à la différence des États-Unis où ils représentent une vraie source de financement ;
- ▶ *l'insuffisance des capitaux disponibles pour financer le passage à la production et à la commercialisation à grande échelle* (le MIT situe le besoin aux États-Unis à 50 à 150 millions US \$ en moyenne pour une entreprise innovante). Il n'y a pratiquement d'autre solution pour une entreprise industrielle innovante française pour franchir cette étape que d'entrer en bourse ou se vendre à un groupe étranger, *laissant la création de valeur de l'innovation échapper en grande partie à la collectivité nationale qui aura aidé à son démarrage, faute de solution de financement adéquate.*

Les facteurs-clés du leadership

Au-dessus des quatre thématiques que nous venons de décrire, en position de pivot qui les fédère et fait d'une collection de facteurs, un système cohérent et efficace pour innover et créer de la richesse, figure le leadership. Commençons par préciser le sens de ce mot devenu une « tarte à la crème » des livres de management, avant d'en décliner les différents aspects.

Le général Montgomery – dont on peut penser qu'il savait de quoi il parlait – le définissait comme « *la capacité de rallier les hommes et les femmes à un but commun, fondée sur une personnalité qui inspire confiance* ». On retrouve dans cette phrase les trois facteurs de succès principaux qui ressortent de nos entretiens :

- ▶ *avoir la capacité de former une équipe de direction compétente, complémentaire et solidaire*, un facteur de succès qui recouvre à la fois la complémentarité des compétences que l'équipe réunit, la solidité du lien qui l'unit et l'engagement de ses membres ;
- ▶ *fédérer toutes les parties prenantes* : c'est une vertu que l'on retrouve, dès les premières étapes d'un projet – où le créateur doit donner confiance et convaincre de nombreux interlocuteurs pour en faire des partenaires : investisseurs, clients, fournisseurs, etc. – aux phases de maturité de l'entreprise où la confiance des actionnaires ou la motivation des salariés restent des clés du succès.
- ▶ *inspirer confiance dans la stratégie* : la vision fixe le but vers lequel tend l'entreprise et donne une ambition mobilisatrice pour toutes les parties prenantes, à commencer par ses salariés et ses actionnaires. La stratégie décrit le chemin pour l'atteindre. Elle se décline dans les produits, les clientèles et les pays cibles de l'entreprise, l'organisation des fonctions pour la mettre en œuvre.

Former l'équipe :

Eric Setton, co-fondateur de Tango, la cite comme facteur de succès n°1, en reliant la réussite en cours, à l'association d'une part, du talent d'entreprendre de son partenaire (qui comptait déjà six créations d'entreprises à son actif) et à la confiance qu'il avait su établir avec les investisseurs et d'autre part, à la complémentarité de leur expertises technologiques et enfin, simplement à leur bonne entente.

Pierre Lamicq, lorsqu'il nous a parlé de son expérience à la direction scientifique et technologique de la Société Européenne de Propulsion et des nombreux projets de développement de nouvelles applications à partir des matériaux composites très performants qu'ils développaient, a souligné aussi la qualité de l'équipe de six ingénieurs « business development » à qui furent confiés ces projets.

Fédérer :

Roger Pellenc a décrit les premiers pas de son entreprise, lorsque, encore professeur de technologie, il a construit sa première machine de vendange mécanique dans son garage en ayant su suffisamment donner confiance à quelques clients pilotes ainsi qu'au Cemagref, pour qu'ils l'aident dans son développement. Ensuite, l'investissement personnel que représentaient le temps et les ressources consacrés à ce prototype donna suffisamment confiance aux financiers pour qu'ils investissent dans sa nouvelle entreprise. De la même façon, quand Bernard Maitenaz, entré en 1948 à la Société des Lunetiers, obtint de sa direction de pouvoir consacrer 10% de son temps à son projet jusqu'en 1953, puis de transformer son initiative en projet à temps plein avec quelques collaborateurs pour déposer ses premiers brevets en 1956.

Établir la stratégie :

Roger Pellenc considère que le facteur déterminant l'ayant fait passer au stade d'une ETI leader mondial sur son marché, est la définition d'un plan stratégique à moyen terme ; une occasion provoquée par une formation organisée par l'UIMM qui lui a permis de « sortir la tête du guidon » et de bâtir une vision à long terme pour son entreprise. Depuis lors, ce plan à cinq ans est mis à jour tous les ans, éclaire les priorités et assure la cohérence des actions entreprises. Un exercice qu'il considère comme trop peu fréquemment réalisé par les patrons de PME, accaparés par le quotidien mais qui constitue pourtant la première marche vers la croissance.

Criticité des facteurs clés selon le stade de développement de l'entreprise et dynamique de croissance

Le schéma suivant synthétise l'essentiel des résultats sur les facteurs clés qui influent sur l'innovation, la croissance, mais aussi tout simplement le maintien en vie des entreprises. Le passage de l'**idée** à la commercialisation à grande échelle de l'innovation, puis à l'acquisition d'une position forte de leader international, c'est-à-dire de la start-up à la PME, puis à l'ETI et au grand groupe, est *un long parcours de maîtrise progressive de facteurs de succès et d'évitement des facteurs d'échec*.

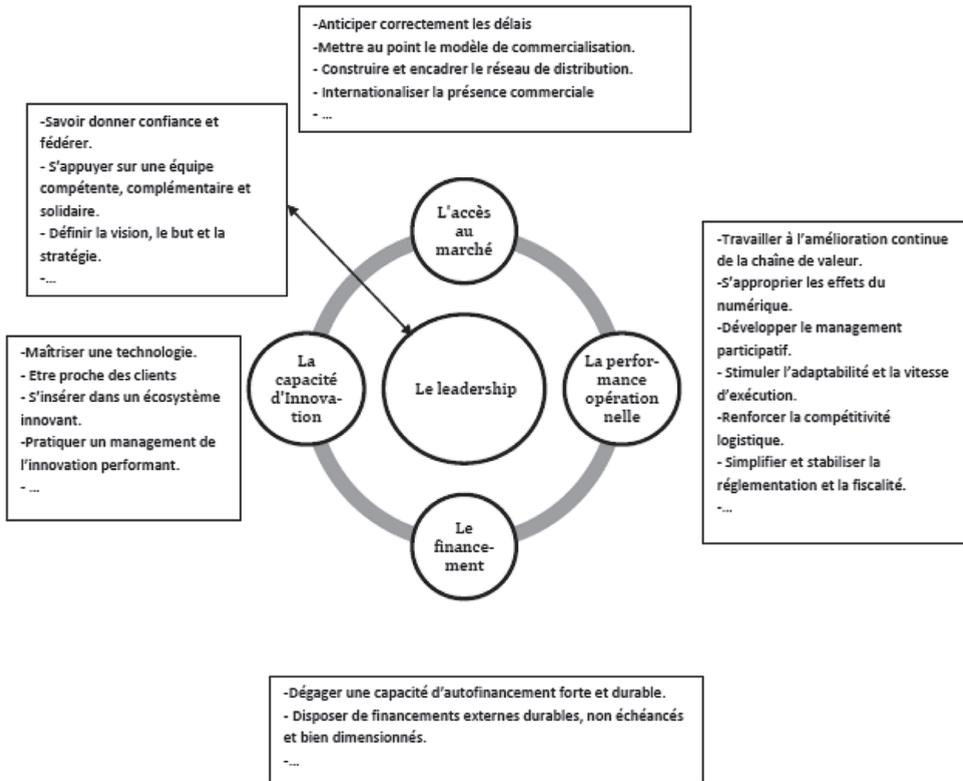


Schéma : thématiques dominantes de la croissance et facteurs clés

La présentation « à plat » des facteurs de succès que nous en faisons, ne différencie cependant pas suffisamment encore les facteurs critiques des stratégies selon les stades de développement de l'entreprise. Mieux établir la relation entre ces facteurs critiques et les âges de la vie de l'entreprise, c'est déjà commencer à cerner *les besoins à satisfaire pour faciliter le parcours de croissance des entreprises.*

Criticité des facteurs pour les jeunes entreprises innovantes

On soulignera en particulier :

- ▶ la capacité du créateur à donner confiance et à fédérer ;
- ▶ la qualité de l'équipe de direction (niveau de compétences, complémentarité, solidarité) ;

- ▶ l'attractivité de la vision présentée et la solidité de la stratégie proposée ;
- ▶ le potentiel de l'idée innovante, dépendant de sa performance technique, de sa capacité à satisfaire le besoin d'une cible et de sa capacité à être monétisée (prix, volume) et rentable (profit et retour sur investissement) ;
- ▶ l'insertion dans un écosystème, lui permettant d'accéder notamment aux technologies complémentaires, aux clients-pilotes et aux investisseurs dont il a besoin.

On retrouve dans cette liste, assez naturellement, les principaux critères pris en compte par les fonds de capital-risque pour investir dans un projet.

Criticité des facteurs pour les PME

Ce stade est celui du *déploiement à grande échelle du modèle économique*. Les facteurs-clés les plus critiques (qui s'ajoutent aux précédents) sont alors :

- ▶ construire un réseau de distribution performant et de développer sa pénétration auprès des clients, souvent en faisant ses premiers pas vers l'internationalisation ;
- ▶ renforcer sa capacité d'innovation, notamment en renforçant sa R&D et son insertion dans un ou plusieurs écosystèmes innovants pour maintenir l'avance technologique et maîtriser les technologies clés ;
- ▶ entamer l'amélioration continue de sa chaîne de valeur ;
- ▶ s'appropriier les effets du numérique pour renforcer sa compétitivité ;
- ▶ équilibrer le rythme de sa croissance et le développement de son financement en fonds propres ;
- ▶ etc.

La compétitivité de son environnement devient un facteur critique pour cette taille d'entreprises, non seulement parce qu'elles amorcent leur internationalisation et qu'elles n'ont pas comme les plus grandes la capacité à s'exonérer de leur ancrage territorial et de ses contraintes. Dans ces conditions, les facteurs d'échec comme la faible compétitivité logistique ou l'instabilité réglementaire et fiscale prennent toute leur importance.

Facteurs de succès et d'échec des ETI et des grands groupes

Le passage à ce stade d'évolution repose sur *la capacité de l'entreprise à affronter la globalisation, mais aussi à conserver son adaptabilité et sa vitesse d'exécution*. On retrouvera donc parmi les facteurs critiques à cette étape de la vie des entreprises, notamment :

- ▶ la capacité de la direction à maintenir un projet fédérateur, à promouvoir un management qui confie plus de responsabilités, donne plus d'autonomie aux salariés et développe leurs compétences et leur adaptabilité au changement ;
- ▶ la capacité à maintenir une forte capacité d'innovation et une vraie créativité malgré le développement des process ;
- ▶ l'amélioration continue de la chaîne de valeur et le renforcement de la compétitivité logistique ;
- ▶ l'équipement, la formation du réseau de distribution voire son intégration. ;
- ▶ la capacité à financer la production et la commercialisation à grande échelle, sans endettement excessif ;
- ▶ etc.

La dynamique de l'innovation et de la croissance

Notre représentation fait donc apparaître *la dynamique de l'innovation et de la croissance comme une spirale ascendante avec cinq grandes thématiques* que les entreprises ont à traiter, mais qui s'expriment différemment selon leurs stades de développement. L'image qui s'impose est celle d'un escalier en colimaçon ou d'un col en lacets avec des marches ou des pentes de difficulté variable à franchir selon les paliers ou les étapes.

C'est cette spirale ascendante de l'innovation et de la croissance qui aujourd'hui fonctionne mal en France. Trois exemples vont venir l'illustrer :

- ▶ une note d'octobre 2012 du Centre d'analyse stratégique consacrée à l'entrepreneuriat en France rapporte ces résultats très significatifs :
 - ▷ *le dynamisme entrepreneurial en France est élevé* : En 2011, 18% des Français interrogés déclaraient vouloir créer une entreprise dans les trois prochaines années (11% des Américains, 9% des Britanniques, 6% des Allemands) ;

- ▷ *mais les projets se concrétisent difficilement et les jeunes entreprises ont du mal à rester en vie* : la note reprend ici les données et la méthode du *Global Entrepreneurship Monitor*. Celui-ci distingue trois catégories d'entrepreneurs : les entrepreneurs émergents, qui préparent activement leur projet ; les entrepreneurs nouveaux (gérant une entreprise de moins de 42 mois mais payant des salaires depuis au moins 3 mois) ; enfin, les entrepreneurs établis (gérant une entreprise de plus de 42 mois). Il mesure des taux de transformation entre ces différentes catégories. Tout d'abord, le taux d'activité entrepreneuriale, mesurant la part d'entrepreneurs émergents et nouveaux dans la population s'élève à 5,8 % en France (7,3 % en Grande-Bretagne et 12,6 % aux États-Unis). Cette proportion est déjà en profond décalage avec les intentions entrepreneuriales et traduit la *difficulté à transformer un projet en entreprise*. Enfin, la France se caractérise aussi par un autre décalage important entre le taux d'entrepreneurs émergents ou nouveaux et le taux d'entrepreneurs établis ce qui traduit une *difficulté particulière des entreprises françaises à rester actives* (taux d'entrepreneurs établis en France 2,1 %, en Grande-Bretagne 7 %, aux États-Unis 9 %) ;
- ▷ dans l'étude déjà citée de Booz & associés, la plus jeune des vingt premières entreprises du Classement Innovation 1 000 en France est Ubisoft, créée il y a vingt-sept ans (en 1986), ce qui, comme l'indique l'étude « traduit un manque de renouvellement et d'émergence de nouveaux leaders dans l'innovation en France » ;
- ▷ enfin, l'étude de l'OCDE, dont nous avons rappelé les références au début, met en relief les conséquences en termes de création d'emplois de cette difficulté à faire grandir les entreprises : Dans les quinze pays de l'OCDE, si toutes les entreprises, à commencer par les plus grandes, participent au maintien de l'emploi existant, seules *les plus jeunes entreprises contribuent à son augmentation annuelle*. Le taux de création nette d'emplois (soit les créations moins les disparitions) y a toujours été positif au cours des dix dernières années alors que ce taux a toujours été négatif pour les entreprises de plus de cinq ans, quelle que soit leur taille. La difficulté de l'économie française à créer des emplois productifs est aussi à rapprocher de sa faiblesse à « produire » de nouvelles entreprises et à les faire grandir.

Le renouveau industriel de la France passe par la réparation et la remise en marche de la dynamique de l'innovation et de la croissance.

Beaucoup de réflexions et de rapports souvent très complets et très justes ont été faits sur ce sujet. Nous resterons donc humbles quant aux chances d'apporter quelque chose de nouveau et, surtout, d'efficace. Si nos propositions ont une originalité et une pertinence, elles le devront à deux raisons :

- ▶ une modélisation fondée sur l'expérience des académiciens et des autres acteurs économiques rencontrés, qui montre clairement que *le but à atteindre est de faciliter le parcours de croissance des entreprises ;*
- ▶ la mise en évidence que ce but nécessite un processus d'amélioration continue des conditions dans lesquelles se déroule ce parcours, ce qui implique d'agir sur de nombreux facteurs et, donc, de *s'inspirer de la créativité et du pragmatisme qui animent les acteurs de terrain dans l'expérimentation de nouvelles solutions.*

Avant toutefois d'aborder cette dernière partie, il est intéressant de s'arrêter encore un instant sur les principales conclusions des travaux importants et nombreux réalisés sur l'innovation et la renaissance industrielle, thème manifestement aussi prioritaire aux États-Unis qu'en France.

Principales conclusions de travaux récents menés aux États-Unis et en France sur l'Innovation et la Renaissance industrielle

Le MIT et l'étude *Production in Innovation Economy*

En 2012 & 2013, le MIT a conduit une étude auprès de 250 entreprises en majorité américaines, mais aussi européennes – en particulier allemandes – et asiatiques – en particulier chinoises. Très brièvement, ce très riche travail conduit à quelques conclusions :

- ▶ l'organisation des grandes entreprises américaines des années 80 a été totalement remise en cause par la globalisation (quand ce n'est pas l'existence de ces entreprises elles-mêmes qui l'a été).
- ▶ la délocalisation des chaînes de valeur hors des États-Unis a conduit à un appauvrissement dramatique des écosystèmes industriels qui a laissé orphelines de très nombreuses PMI et ETI. Aujourd'hui, celles-ci ne trouvent

ni les ressources technologiques, ni même les ressources financières dont elles ont besoin pour continuer à innover.

- ▶ l'action de renaissance industrielle (le terme figure en tant que tel dans l'étude) à conduire doit s'attacher à combler les trous du tissu industriel et à recréer au niveau local des coopérations entre les entreprises aux activités complémentaires ainsi qu'avec les centres de R&D ; bref, à reconstruire les écosystèmes détruits par la globalisation.

La National Science Academy et son rapport *Rising to the challenge*

L'Académie des sciences américaine pose le même constat que le MIT et recommande des solutions similaires :

- ▶ un même constat : l'écosystème de production américain a été « évidé » au cours de la dernière décennie et il doit être reconstruit pour relancer le moteur de l'innovation. L'hypothèse que la création de valeur résultant de l'innovation serait captée par des entreprises basées sur le sol américain a été rendue obsolète par la globalisation et la recomposition des chaînes de valeur. Quand celle-ci ne trouve plus aux États-Unis le capital, les savoir-faire et les expertises dont elle a besoin pour être conduite jusqu'au marché que cela signifie-t-il pour la croissance économique, la souveraineté et la création d'emplois aux États-Unis ?
- ▶ un même challenge à relever : recréer les conditions d'un processus efficace de transformation des idées nouvelles en innovations commercialisées et garder la valeur créée sur le territoire américain.
- ▶ une même orientation pour les solutions : une nouvelle approche politique est nécessaire, basée sur *une compréhension plus approfondie de la complexité et de la dimension globale de l'innovation et des facteurs réels qui dictent les décisions des entreprises* sur où développer les nouvelles technologies, où commercialiser leurs produits et où localiser leurs productions. La globalisation de la capacité d'innovation au XXI^e siècle nécessite que les idées inventées aux États-Unis ne puissent être développées plus facilement ailleurs, hors de leurs frontières. Il faut recréer – sous forme de clusters ou de parcs de R&D – des lieux autour de grandes universités, où la chaîne de valeur complète correspondant à un grand domaine technologique se reconstitue, non seulement grâce à la présence des producteurs et des utilisateurs, mais aussi celle des fournisseurs et des constructeurs d'équipements.

Le rapport Beylat-Tambourin *L'innovation, un enjeu majeur pour la France* et l'étude Booz & associés sur l'Innovation en France

- ▶ **Le rapport Beylat-Tambourin** dresse un inventaire très complet et très juste de ce que pourrait être une politique publique d'innovation. Ce n'est pas le propos d'en reprendre ici le détail. Nous nous limiterons à rapporter ces deux remarques préliminaires dont découle la logique des dix-neuf recommandations qui y sont faites:
 - ▷ « l'innovation est systémique et ne dépend pas exclusivement de l'importance des dépenses de R&D » ;
 - ▷ « l'innovation, c'est avant tout le processus qui mène à la mise en marché d'un produit ou d'un service en rencontrant un besoin, porté par des individus engagés dans une démarche entrepreneuriale ».

- ▶ **Le rapport Booz & associés** traite du même sujet, mais avec une autre perspective : l'efficacité du processus d'innovation au sein des entreprises. Des performances des entreprises françaises et de leur comparaison internationale, il dégage cinq recommandations :
 - ▷ développer plus la recherche expérimentale, très sous-dimensionnée en France ;
 - ▷ équilibrer la culture « ingénieur » et l'innovation « techno-driver » par la culture client et la compréhension fine des besoins (*need-seeker*) ;
 - ▷ développer l'écosystème industriel autour des entreprises (réseau d'experts, partenariats de R&D, qualité des relations avec les fournisseurs et les clients, etc.) ;
 - ▷ et, également, mettre en place une gestion de projet rigoureuse et aligner la culture d'entreprise sur la stratégie d'innovation.

DEUXIÈME PARTIE : **QUELQUES IDÉES POUR RELANCER LA DYNAMIQUE DE L'INNOVATION ET DE LA CROISSANCE**

Résumons le problème à résoudre, tel que nous venons de le poser : « *faciliter le franchissement des différentes étapes de leur parcours de croissance aux entreprises industrielles* ».

Avec trois précisions :

- ▶ développer plus efficacement les innovations jusqu'au stade de leur commercialisation ;
- ▶ permettre aux entreprises de croître sans se vendre ;
- ▶ conserver la création de valeur dans les régions.

Tous les travaux que nous avons rappelés insistent sur *l'importance des écosystèmes innovants* en tant que puits de ressources multiples pour les entreprises. Nous avons déjà dans notre approche prévu de rencontrer quelques pôles de compétitivité, non pas qu'ils soient de tels écosystèmes, mais parce qu'ils participent activement à leur construction. Ces travaux nous ont convaincu d'approfondir notre connaissance de ces acteurs. Nous en avons donc rencontré sept (Arve Industrie, Axelera, I-Trans, IAR, Novalog, Picom et Vegepolys) ainsi que l'Observatoire qui les suit.

Principaux constats sur les pôles de compétitivité

Les grands groupes ont très souvent été les initiateurs, et restent les moteurs, du développement des pôles (cas par exemple d'Axelera, de Systematic, I-Trans, etc.), où leurs ressources ont permis d'atteindre la masse critique nécessaire au démarrage et à la structuration des différentes initiatives. Toutefois, au fil des ans, leur gouvernance s'est ouverte aux PME et les coopérations entre partenaires de différentes tailles, mais aussi de différents métiers, se sont multipliées : partenariats de R&D, rencontres entre donneurs d'ordre et sous-traitants, entre innovateurs et investisseurs financiers, entre établissements de formation et industriels, puis entre pôles complémentaires eux-mêmes, etc. Les pôles sont ainsi devenus les vecteurs du développement d'une culture de réseau et des catalyseurs d'écosystèmes de croissance et de compétitivité, réunissant autour de groupes leaders, une communauté de partenaires sur une feuille de route stratégique commune.

Près de dix ans après leur lancement, ils apparaissent comme l'un des dispositifs dont on peut le plus attendre pour relancer la croissance de l'industrie.

Avant d'entrer dans la démonstration de notre affirmation, rappelons encore qu'ils sont d'ores et déjà parvenus à deux grands acquis :

- ▶ Ils ont réussi à surmonter le « schisme » entre la R&D publique et l'industrie ;
- ▶ Ils ont acquis une légitimité auprès des entreprises.

Les pôles de compétitivité, lieux d'apprentissage des écosystèmes et des solidarités industrielles

- ▶ Les produits sont devenus trop complexes, les technologies à maîtriser trop nombreuses pour que les entreprises puissent innover seules. Elles doivent impérativement être connectées à un écosystème qu'elles développeront elles-mêmes pour les plus grandes ou auquel elles s'associeront pour les autres. L'adhésion à un pôle de compétitivité offre à une PME le ticket d'entrée dans un tel écosystème où elle accèdera plus aisément aux ressources et expertises nécessaires à sa croissance et où elle apprendra à développer une stratégie de réseau.
- ▶ Les pôles de compétitivité sont également des lieux d'apprentissage de la solidarité industrielle entre donneurs d'ordre et sous-traitants, fournisseurs et grands clients. Les deux types d'entreprises s'y retrouvent et de plus en plus d'initiatives leur apprennent à travailler ensemble, tant sur le développement de projets que sur des approches communes de commercialisation.

Le pôle Pégase a ainsi établi des programmes d'accès aux donneurs d'ordre qui développent les solidarités entre ceux-ci et leurs sous-traitants. Une première approche consiste en la définition de cahiers des charges fonctionnels par les donneurs d'ordre (Eurocopter, Hermès) permettant aux sous-traitants de s'inscrire ensuite dans des programmes de maturation technologique. Une deuxième approche est constituée par la mise en place de parcours partenarial d'industrialisation, entre donneur d'ordre et sous-traitant sur les solutions techniques innovantes qui ressortent des programmes de maturation, même si les sous-traitants ne satisfont pas aux critères de sélection habituels de leurs fournisseurs retenus par les services achats (taille, références, etc.). Une troisième approche consiste à l'international à organiser des stratégies commerciales collectives auprès des filiales étrangères des grands groupes aéronautiques français. C'est le cas notamment au Brésil où plus d'une vingtaine de PME sont aujourd'hui actives auprès de la filiale Helibras d'Eurocopter.

Adaptabilité et polyvalence des pôles de compétitivité

- ▶ Les pôles de compétitivité sont des structures qui ont démontré qu'elles savent s'adapter aussi bien :
 - ▷ aux industries traditionnelles que « high tech » ;
 - ▷ aux TPE, aux PME qu'aux ETI et grands groupes ;
 - ▷ aux différents besoins qu'elles rencontrent sur leur parcours de croissance.

- ▶ Une autre expression de cette polyvalence est leur capacité à assumer à la fois *une vocation internationale et un ancrage local*. Pour les plus importants d'entre eux, les pôles de compétitivité s'inscrivent dans la compétition scientifique et technologique internationale et affichent une ambition européenne ou mondiale. Celle-ci se concrétise non seulement dans le soutien à leurs adhérents pour réussir dans cette compétition, mais également par leur reconnaissance et leur rôle de représentants des intérêts de leur profession auprès de la Commission européenne et des organisations internationales de standardisation. Dans le même temps, leur action favorise la concentration locale des acteurs qui maîtrisent les technologies clés d'un secteur et les relations entre ces acteurs aux compétences complémentaires (producteurs, utilisateurs, fournisseurs, équipementiers, centres de recherche, etc.). Bref, leur autre mission est de favoriser le développement d'écosystèmes industriels innovateurs locaux ; donc, de *conserver la valeur créée par l'innovation (chiffres d'affaires, emplois, savoir-faire) dans les territoires*.

L'Observatoire des pôles de compétitivité a défini une typologie en cinq modèles des pôles de compétitivité en fonction des missions qu'il prennent en charge qui montre bien leur capacité d'adaptation et leur polyvalence :

- *un premier groupe a une logique d'action dominée par « l'aide à la primo-innovation »* : Il rassemble les pôles ayant une « clientèle » de PME assez traditionnelle à laquelle il faut faire faire ses premiers pas vers l'innovation. Leurs interventions démarrent en général dans l'entreprise, sur des projets exclusifs afin de faire venir celle-ci, dans

une première étape, vers des projets exclusifs afin de l'orienter, dans une seconde étape, vers des projets collaboratifs. Exemples : Viameca ou Microtechniques (Franche-Comté) ;

- *un deuxième groupe pratique une logique d'aide à la croissance des PME par la R&D* : tout en prêtant une grande attention au développement de projets de R&D collaborative, ces pôles visent à créer les conditions de la création de valeur à partir de cette R&D. Ils interviennent en particulier sur l'aide à la croissance des ventes, sur l'aide à leur capitalisation financière et sur l'aide à la gestion des RH. On y retrouve des pôles comme Axelera – que nous avons rencontré –, mais aussi Cap Digital ou Medicen ;
- *un troisième groupe agit moins selon une logique de R&D ou de croissance par la R&D que selon une logique d'innovation au sens large (innovation commerciale, de design, ou de service) et de soutien à la compétitivité*. On retrouve dans ce groupe, Végépolys, qui, tout en poursuivant des projets de R&D collaborative sur les variétés végétales et les semences dont les effets ne seront perceptibles au mieux qu'à moyen terme, propose à ses adhérents de les soutenir dans la productivité de leurs produits, dans le design de leur présentation, dans la résolution de problèmes communs de compétitivité logistique, mais aussi par la mise en place de parcours d'accompagnement personnalisés ;
- *un quatrième groupe agit selon une logique d'aide sur tous les registres nécessaires à la croissance* : de la R&D sur les technologies au développement commercial en passant par l'aide au financement, l'aide au recrutement ou encore l'aide au financement en passant là aussi par des parcours d'accompagnement stratégique. Arve Industrie est l'exemple le plus abouti que nous ayons rencontré ;
- *enfin, un cinquième groupe rassemble les pôles dont l'action est déterminée par une logique à la fois de développement des entreprises et de développement des territoires*. Ici, il s'agit non seulement d'aider les entreprises existantes dans le pôle mais aussi d'en attirer ou d'en créer de nouvelles, pour aider les entreprises existantes en renforçant ou en complétant les chaînes de valeur locales. Se rattache à ce groupe le pôle de la Route des lasers ou encore, Nov@log pour la Vallée de la Seine.

Pragmatisme et créativité des pôles de compétitivité

- ▶ Les pôles se sont constitués, dans la plupart des cas, à l'*initiative d'industriels*, avec le support actif du pouvoir politique régional et de la recherche publique et restent majoritairement dirigés par des industriels. Bien sûr, l'État a créé le cadre institutionnel dans lequel ils allaient se développer [2004] et les collectivités territoriales ont contribué largement et durablement à leur fonctionnement [conseils régionaux, généraux ou grandes agglomérations]. Mais l'initiative reste marquée par son origine « bottom-up » et par la recherche de solutions pragmatiques adaptées aux besoins variés des entreprises qui en sont membres pour innover, croître, renforcer leur compétitivité.
- ▶ Les pôles ont aussi dû s'insérer dans des environnements régionaux où existait déjà une forte densité d'organismes d'aide aux entreprises et à l'innovation (CCI, Chambres des métiers, Agences d'innovation, etc.) distributeurs d'aides financières et de services, plus ou moins cloisonnés, plus ou moins concurrents, sans savoir s'ils y réussissent toujours. Nous avons cependant rencontré avec Arve Industrie, un remarquable exemple où le pôle de compétitivité a réussi à *fédérer autour de sa stratégie* (et avec l'appui du Conseil général) l'ensemble des acteurs institutionnels du soutien à l'innovation et à l'activité économique dont il coordonne l'action et bénéficie des ressources [délégation de personnel, accès aux actions et aux services...].
- ▶ *La créativité* est au moins aussi présente dans les petits pôles que dans les grands. Quand on parle des soixante-douze pôles existant en France, l'habitude vue de Paris, est souvent de dire qu'il y en a dix-huit à vocation mondiale et qu'on ne sait pas trop ce que font les autres. Ce sentiment est accusé par les indicateurs qui servent à mesurer leur action, notamment le nombre de dossiers FUI ou ANR déposés. Il est clair que cette mesure favorise les grands pôles situés dans les grandes métropoles et où sont présentes les grandes entreprises. Les plus petits disparaissent ainsi plus ou moins de l'écran radar ce qui, selon notre expérience, ne signifie nullement qu'ils sont moins performants ; simplement leurs performances sont relatives aux besoins de leurs entreprises et qu'elles ne se mesurent pas avec les mêmes indicateurs. Notre constat est très positif : les pôles les plus petits que nous avons rencontrés [Arve Industries et Picom] sont très créatifs et leurs initiatives mériteraient d'être mieux connues et sans doute dupliquées par d'autres.

À propos de Picom :

Le pôle des Industries du commerce, a mis en place avec la Région, une procédure d'aide au financement de projets plus légers ou à horizon plus court que ceux retenus par le FUI ou l'ANR, pour aider à la réalisation de « preuves de concept ». Il tend ainsi à combler le gap de financement dont nous avons parlé pour la phase de démarrage. D'un montant moyen de 600 K€, leur durée est en général de 6 à 8 mois.

Picom crée le « Retail Innovation Center », avec l'appui de la Région, du Grand Lille et de la Caisse des dépôts, un centre de ressources techniques pour faciliter le développement, la démonstration et la promotion des concepts innovants qui vont transformer le commerce.

À propos d'Arve Industries

Arve Industries a développé plusieurs initiatives originales d'aide au développement de l'activité de ses PME et TPE : les programmes « Expansion 2020 et Mécatronique 2020 » sont destinés à faciliter le développement commercial des entreprises, notamment à l'international. À partir d'une veille technologique et de marché, le pôle organise une réflexion collective réunissant un petit groupe d'entreprises les amenant à réfléchir collectivement sur leurs avantages compétitifs, les aide à identifier les segments de marché, les cibles de clientèle et les centres de décision à prospecter et puis à apprendre à « chasser en meute ». Résultats actuels : trois groupes sont opérationnels, avec leurs modalités de fonctionnement propres.

Dans l'aéronautique, un groupement de cinq entreprises (GIE) représente les intérêts de l'ensemble des partenaires. Dans le médical, l'industriel le mieux placé prend le marché et en sous-traite une partie aux autres. Enfin, dans l'automobile, un projet réunissant six entreprises (2 PME de 40 à 80 personnes et trois TPE) vise à acquérir une usine au Mexique pour se positionner sur le marché automobile américain.

Le programme « Talents 2020 » organise la promotion des métiers de l'usage de haute précision et de la mécatronique auprès des écoles et lycées de la Région afin de réduire les problèmes de recrutement induits, en particulier,

par la proximité avec la Suisse. Un autre volet du même programme se consacre à l'amélioration continue de la performance industrielle par la formation au *lean management*.

Le Fonds d'investissement Mont-Blanc Capital. Créé en 2012, doté de 30 M€, il a notamment aidé la Société FAG, entreprise de fabrication de caches de roulements dans la Vallée (une TPE de moins de 20 personnes). Elle utilisait jusque là des caches qui lui étaient fournis par une fonderie allemande qui allait fermer. Toutes les autres fonderies disposant de ce savoir-faire étaient intégrées à l'un ou l'autre de ses concurrents. FAG a acquis le savoir-faire de son précédent fournisseur et investit dans une nouvelle fonderie dans la Vallée, soutenu par Arve Industries Capital (l'inauguration aura lieu en Avril 2014). Par ailleurs, le taux d'implication des entreprises adhérentes est élevé et ne cesse de croître : 80 % des entreprises adhérentes ont participé à au moins 6 projets en 2012. Pour les TPE en particulier, le taux de participation à au moins une action a cru de 73 % en 2011 à 85 % en 2012.

Enfin, le parcours de croissance et le label « Mont Blanc Excellence Industries » ont pour but d'accompagner les PME dans une démarche de définition de leur feuille de route stratégique, répondant à ce que Roger Pellenc considère toujours comme le facteur de succès n°1 pour faire croître une PME. vingt-six entreprises sont labellisées (et trente au total se sont engagées dans la démarche).

On notera qu'en contrepoint de cette stratégie, Arve Industries a été le seul pôle à répondre précisément à notre question sur l'impact de ses actions : Partie de 27 000 emplois en 2006 dans la Vallée, affectée par une baisse de 7 % de ses effectifs en 2009 (-14 % pour l'ensemble de la mécanique), les effectifs sont remontés à 27'000 en 2012.

Limites du constat

Si les pôles de compétitivité apparaissent bien comme un dispositif capable de « faciliter le franchissement des différentes étapes de leur parcours de croissance aux entreprises industrielles, quelle que soit leur taille et quelque soit leur secteur »,

il faut reconnaître que notre étude limitée ne permet – à l'exception remarquable d'Arve Industries – de savoir ni si la qualité d'exécution des prestations est bonne (« le diable est dans les détails »), ni de mesurer leur impact économique.

L'INSEE vient de publier (novembre 2013) une étude consacrée aux « effets pour les PME et ETI de la participation aux pôles de compétitivité ». Elle s'appuie sur des sources statistiques remontant à la période 2005-2009. En substance, son analyse précise qu'il est difficile de distinguer les effets de la participation aux pôles de ceux du Crédit impôt recherche, deux politiques qui se sont mises en place en parallèle. Cette réserve faite, l'étude conclut que les entreprises participant aux pôles de compétitivité ont plus investi en recherche que celles, similaires, non-adhérentes et que cet écart (chiffré à 116 K€ en 2009) serait de l'ordre de grandeur du surcroît d'aides publiques qu'elles ont reçu. Cette hausse des dépenses s'est traduite par une augmentation de l'emploi consacré à la recherche (0,9 ETP par entreprise). Mais aucune augmentation du nombre de brevets ni *a fortiori* de croissance du chiffre d'affaires n'est constatée en 2009.

On peut bien sûr imputer cette absence de résultat significatif à la période trop courte prise en compte par l'étude ou aux critères de mesure choisis. Il reste que la réponse reste insatisfaisante.

On comprend que la mesure des effets économiques des pôles soit d'une grande complexité sur laquelle les experts auront de grandes difficultés à s'entendre : combien d'emplois créés, quelle croissance du chiffre d'affaires, combien de nouvelles entreprises, etc. ? Ces « macro-mesures » ont l'avantage du bon sens, mais rapidement l'inconvénient de s'avérer très incertaines : quelles sources statistiques utilisées ? quelle part des évolutions est imputable aux pôles ? au bout de combien de temps, doit on essayer de les mesurer ? etc.

Cette complexité vient s'ajouter au sentiment largement partagé au sein des équipes de direction des pôles, en général assez légères, d'un reporting multiple et trop lourd (répondant aux exigences variées des différentes parties prenantes) qui les accapare de plus en plus, sans prouver son utilité.

Il nous semble que l'on ne sortira de cette impasse qu'en se situant dans une logique managériale de pilotage de la performance opérationnelle de chaque pôle, analogue à celle qu'applique finalement tout producteur de services pour savoir

s'il est performant pour répondre aux besoins de ses clients. C'est d'ailleurs ce que commencent à faire certains pôles qui ont évolué vers le développement d'une gamme de services d'aide à l'innovation, à la compétitivité et à la croissance.

Grandes lignes d'un système de mesure et de pilotage de la performance des pôles :

- segmentation de l'activité en grands services et en grands process ;
- mesure des performances par service et process : taux d'utilisation de chaque service, taux de réachat, etc.
- analyse de l'évolution de la clientèle : taux de pénétration, taux d'implication, etc.
- enquête de satisfaction.

Cette mesure va d'ailleurs de pair avec ce que l'on peut appeler la professionnalisation des métiers des pôles de compétences qui signifie notamment, la mise en place de systèmes de gestion automatisée (ERP, CRM...) et la formation des équipes à leur utilisation.

C'est par conséquent, à chaque pôle de déterminer la manière de mesurer sa performance pour piloter le développement de ses différents services. Une consolidation nationale de la mesure des performances ne pourra intervenir que dans un second temps, à partir d'une harmonisation des indicateurs et des méthodes de mesure, définies collectivement par les pôles.

CONCLUSIONS

Les pôles de compétitivité, à travers leurs propriétés et les exemples que nous rapportons, apparaissent comme une formule bien adaptée pour faciliter le franchissement des différentes étapes de leur parcours d'innovation et de croissance aux entreprises, quelle que soit leur taille et quel que soit leur secteur.

Pour remettre en route la dynamique de l'innovation et de la croissance, c'est-à-dire pour faire renaître l'industrie – entendant par là aussi bien la naissance de nouvelles entreprises que le renouveau des industries existantes – une répartition

des rôles s'esquisse clairement :

- ▶ **à l'État**, la construction d'un environnement socio-économique et d'un climat d'opinion, favorable à l'industrie et aux entreprises, qui couvre notamment les domaines que nous avons évoqués en listant les facteurs-clés de la performance opérationnelle : la compétitivité logistique, l'enseignement, les infrastructures des réseaux, la simplification et la stabilisation de la réglementation et de la fiscalité, une politique macroéconomique qui n'affaiblisse pas la compétitivité des entreprises.

Remarque 1 : On voit que, dans cette perspective, la création d'un environnement et un climat propice au renouveau industriel est loin de se limiter aux seules questions récurrentes du coût et de la flexibilité du travail qui suscitent tant d'oppositions idéologiques stériles.

Remarque 2 : Cela n'exclut évidemment pas que l'État veuille favoriser certaines filières qu'ils jugent stratégiques par des politiques plus directives. Mais cette approche ne saurait se substituer à la réparation de la dynamique de l'innovation et de la croissance, rompue en de nombreux points.

- ▶ **aux industriels, avec l'appui des parties prenantes régionales ou locales**, notamment les centres de recherche publics, les pouvoirs régionaux ou locaux, etc. d'utiliser le « bras armé » des pôles de compétitivité pour accompagner efficacement les entreprises dans leur parcours de croissance par des services innovants et variés.

Trois orientations prioritaires pour les industriels

- ▶ Communiquer plus auprès des décideurs politiques pour améliorer leur compréhension des facteurs qui déterminent, dans un monde ouvert et hyper-compétitif, les décisions stratégiques des entreprises et expliquent leur succès ou leur échec. Ce n'est qu'à cette condition, loin d'être acquise aujourd'hui, qu'ils seront capables de promouvoir un environnement et un climat favorable au renouveau de l'industrie, à la croissance et au développement de l'emploi. Une telle communication, pour être crédible

et acceptée devrait être portée par une organisation insoupçonnable au plan idéologique.

- ▶ Pour l'État et collectivités territoriales, majoritairement : combler les maillons manquants de la chaîne du financement de l'innovation et de la croissance des entreprises innovantes. Cette évolution décisive est largement déterminée par les politiques financières et fiscales décidées par l'État. Il est notamment indispensable d'apporter des réponses aux besoins de financement en fonds propres des investissements des start-up, des PMI et des ETI, aux deux extrêmes de la chaîne de financement de l'innovation (cf. Concours internationaux pour les Ambitions Innovation 2030) :
 - ▷ au départ, par le développement des fonds d'amorçage pour des montants de moins de 500 K€ (en revoyant par exemple le statut fiscal des « business angels ») ;
 - ▷ pour passer au stade de la production / commercialisation à grande échelle et de l'internationalisation de leur activité, pour des montants de 30 M€ et plus (par exemple, en facilitant l'entrée en bourse des PME innovantes).

- ▶ Et au-delà, généraliser l'existence d'écosystèmes dynamiques d'innovation et de croissance en s'appuyant sur les pôles de compétitivité pour développer les services aux entreprises qui les aideront dans le franchissement des différentes étapes de leur parcours de croissance, et en favorisant leur évolution vers des plates-formes de services. Dans la continuité des « usines à projets » puis des « usines à produits », les pôles de compétitivité iront jusqu'au bout de leur logique en devenant de véritables « usines à croissance ».

Une telle évolution vers ces « usines à croissance » suppose notamment :

- ▶ de renforcer la légitimité et le leadership des pôles dans l'accompagnement de la croissance des entreprises,
 - ▷ d'une part, en faisant mieux connaître *les initiatives nouvelles efficaces*, notamment celles consacrées au développement du business et en facilitant leur déploiement dans les autres pôles. De tels échanges d'expérience devraient bien entendu inclure les petits pôles, souvent très pragmatiques et très innovants, comme nous l'avons déjà dit,

- ▷ d'autre part, en favorisant *le rôle fédérateur et coordinateur des pôles* auprès des autres pourvoyeurs d'aides aux entreprises (CCI, chambres des métiers, agences d'innovation, etc.),
- ▶ *d'adapter l'organisation des pôles à cette mission élargie*, en structurant les process de production de services, en sélectionnant les meilleurs outils, en formant les équipes à l'évolution de leur métier *et en intégrant dans les critères de performance des pôles des indicateurs de management des services offerts et de suivi des « clientèles »*, afin non seulement de disposer d'une mesure simple mais aussi complète du périmètre de leurs missions ;
- ▶ de développer de nouvelles formes de financement ou de les autoriser au sein des financements existants :
 - ▷ *d'une part, pour les projets hors périmètre FUI ou ANR*, d'un montant de compris entre 100 et 500 K€ et ayant un horizon de résultat inférieur à 2 ans, tels que les « preuves de concept »,
 - ▷ *d'autre part, pour l'acquisition des conseils, ressources et outils nécessaires à la définition et au démarrage des plans de croissance* (recrutements, coaching stratégique, systèmes d'information, etc.).

Huit idées opérationnelles pour dynamiser l'innovation et la croissance

Les idées proposées ci-après ont pour trait commun :

- ▶ d'une part, de « faire système », d'être fédérées autour d'un même but stratégique (« Dégripper la dynamique d'innovation et de croissance en France et faciliter le franchissement des différentes étapes de leur parcours de croissance par les entreprises ») et de s'appuyer en priorité sur des pôles de compétitivité transformés en « usines à croissance » pour y parvenir ;
- ▶ d'autre part, de démontrer que l'on peut « assez facilement » prolonger le stade de la réflexion du Rapport vers celui de l'action. Quelques-unes sont citées, à titre d'exemple, dans les aliénas qui suivent.

1. À destination des décideurs politiques (parlementaires, élus régionaux, etc.), concevoir une session de présentation de la notion de « parcours de croissance » et de sensibilisation aux problématiques que les entreprises ont à résoudre au long de ces parcours.

2. Dresser un inventaire, faire une publication et établir une communauté d'échange d'expériences sur les initiatives originales des pôles dans le domaine de l'accompagnement de la croissance (contrats de croissance, outils d'action collective notamment commerciale, etc.) pour renforcer leur légitimité et déployer plus rapidement les « bonnes pratiques ».
3. Constituer un réseau national d'experts technologiques et de managers expérimentés, en activité ou jeunes « émérites », d'une part, pour accompagner les patrons de PME dans la définition de leur stratégie et d'autre part, pour faciliter les décisions des investisseurs sur le financement des projets *high tech*.

L'initiative prise par l'Académie royale de technologie britannique, avec la création d'un centre de conseil aux entreprises, est un exemple de la forme qu'une telle initiative pourrait avoir.

4. Établir un référentiel de pilotage et de mesure des performances managériales des pôles de compétitivité.
5. Développer une procédure de financement des preuves de concept (voir Picom).
6. Développer une procédure de financement, sous forme d'avance remboursable, pour l'acquisition des conseils, ressources et outils nécessaires à la définition et au démarrage des plans de croissance des entreprises (voir Pégase)
7. Créer un institut de la logistique pour développer la compétitivité logistique des PME et des ETI à l'instar des entreprises du nord de l'Europe.
8. Développer les initiatives décentralisées du type « JESSICA » pour une meilleure connaissance et appropriation du numérique par les entreprises tant dans les domaines commerciaux (chaîne de valeur, réseau international de distribution) que productifs (robotique et automatisation des lignes de production, automatisation des processus administratifs, etc.).

2

L'ÉCOSYSTEME « FORMATION/ INDUSTRIE » EXEMPLE DU « PLASTI CAMPUS D'OYONNAX »²

Michael Matlosz, délégué aux compétences-clés et à la formation

Offrir des conditions attractives d'exposition des élèves et des enseignants au monde industriel, faciliter les échanges à tous les niveaux de formation entre le système éducatif et l'industrie créatrice d'activité économique, anticiper de

² L'Académie remercie Messieurs Serge Guinot et Michel Berçot, respectivement proviseur et chef de travaux du lycée Arbez Carne d'Oyonnax, Messieurs Jean-Yves Charneau et Patrick Bourgin, respectivement responsable du site d'Oyonnax de l'INSA de Lyon et ancien directeur de l'École supérieure de plasturgie d'Oyonnax, Monsieur Luc Uytterhaeghe, directeur général du pôle européen de plasturgie, Monsieur David Sasso, responsable du service économique de la Communauté des communes d'Oyonnax, et Monsieur Gilles Pernoud, directeur de l'entreprise Georges Pernoud, pour leur accueil et leur disponibilité à l'occasion de la visite d'étude organisée par l'Académie en décembre 2013 sur le site d'Oyonnax.

manière collective l'**identification des futurs besoins en matière d'emplois et de compétences** sur un bassin d'emploi, **enrichir les méthodes pédagogiques par des projets** portant sur des sujets et des enjeux issus directement de l'industrie locale et **augmenter l'attractivité des formations technologiques** : voici quelques visées de l'écosystème « formation/industrie » développé autour des métiers de la plasturgie sur le site d'Oyonnax dans l'Ain, reconnu en 2013 comme le premier parmi douze sites par le ministère de l'éducation nationale dans le cadre de son initiative « Campus des métiers et des qualifications »³ sous le nom de « Plasti campus d'Oyonnax-Bellignat ».

Historiquement un lieu de fabrication artisanale autour du travail du bois et de la corne (notamment pour la production de peignes), le site d'Oyonnax s'est progressivement converti au cours du xx^e siècle aux technologies et aux métiers de la plasturgie (à commencer par le travail de la Bakélite™, un composé phénolique développé au début du xx^e siècle et le premier matériau plastique fait de polymères synthétiques). Le site d'Oyonnax s'est fait reconnaître, entre autres, dans le domaine du moulage de pièces plastiques pour de nombreuses filières (automobile, électronique). Malgré une localisation géographique moins avantageuse que d'autres sites d'exportation, les entreprises du secteur, dont un grand nombre de PME, ont su s'adapter rapidement depuis plusieurs dizaines d'années à la fois vis-à-vis des exigences et des opportunités des marchés nationaux et étrangers. L'activité industrielle en commerce international constitue aujourd'hui un des atouts majeurs du site, connu sous le nom de « Plastics Vallée » et regroupant aujourd'hui plus de 600 entreprises et 15 600 salariés⁴.

³ Voir le lien : <http://www.education.gouv.fr/cid74455/les-campus-des-metiers-et-des-qualifications-au-coeur-du-redressement-productif-des-territoires.html>

⁴ « Dans l'Ain, la filière plasturgie regroupe 662 établissements et 15 600 salariés, pour un chiffre d'affaires total de 2,4 milliards d'euros. La vallée entière compte environ 600 entreprises liées à la plasturgie. Les métiers représentés sont : fournisseurs de matières premières, fournisseurs de consommables pour la décoration, fournisseurs et fabricants de machines et périphériques, moulistes et parachèvement du moule, transformateurs, finition, métiers de la mode, bureaux d'études, services et maintenance, recyclage. » (source : <http://www.lapapethequeoyo.fr/content/7-pastics-vallee>)

S'adapter rapidement dans un contexte de compétition internationale nécessite naturellement de s'adapter également en compétences. Un écosystème « formation/industrie » s'est ainsi constitué progressivement par la volonté conjointe de nombreux acteurs. Dès les années 1970, et au vu des besoins croissants en main d'œuvre qualifiée et en développements technologiques, les entreprises du bassin, tout en maintenant leur identité et leur clientèle propres, ont décidé de mutualiser leurs forces pour répondre à certains besoins collectifs en matière d'innovation et de formation. Dès 1979, le lycée Arbez Carme est créé à partir de l'École des plastiques d'Oyonnax, lycée technique issu (avant la Seconde guerre mondiale) de l'École pratique fondée sur place au début du xx^e siècle. Un centre technique, le pôle européen de plasturgie (PEP), est fondé en 1989 par les industriels, en lien avec le lycée et avec le soutien des pouvoirs publics, afin d'offrir les moyens à des PME de conduire des recherches et d'accéder à du matériel technologique. Le lycée héberge également un centre GRETA consacré à la formation tout au long de la vie des salariés du bassin d'emploi, permettant ainsi de suivre les évolutions et développements technologiques en vue du maintien de la compétitivité du tissu industriel local. La prise de conscience de la nécessité d'offrir des formations diplômantes de niveau ingénieur a mûri dès la fin des années 1980 et a donné lieu à la création en 1991 de l'École supérieure de plasturgie. Habilitée par l'État à délivrer le diplôme d'ingénieur dès 1994, l'École est rattachée depuis 2004 à l'INSA de Lyon, qui en a fait un site de formation et de recherche spécialisé, ouvert aux élèves ingénieurs en génie mécanique.

L'écosystème « formation/industrie » ainsi constitué associe aujourd'hui les industriels du secteur, un centre technique, un lycée et une école d'ingénieurs. Les relations entre les différents acteurs facilitent les concertations nécessaires à l'identification des nouveaux besoins en compétences clés pour les développements industriels futurs, ainsi que l'offre de formation correspondante. Un lieu de rencontre privilégié pour ces concertations est le pôle de compétitivité « Plastipolis »⁵ dont le siège se trouve à Oyonnax. La projection sur les besoins futurs, en lien avec les développements de nouveaux produits et marchés, fait partie des éléments stratégiques examinés par le pôle, à travers son Comité formation et compétences.

⁵ Voir lien au Pôle Plastipolis : <http://www.plastipolis.fr>

Les enseignants du site d'Oyonnax ont su développer un savoir-faire particulier en matière de méthodes pédagogiques d'enseignement par projet, faisant appel à un travail de groupes autour de sujets issus directement de l'industrie locale. Une modularisation des cursus, associée à une adaptation spécifique des locaux, offre de nombreuses facilités pour une pédagogie à la fois innovante et motivante. Parmi les points à signaler, la prise en compte des besoins de la pédagogie par projet au moment des travaux de rénovation du lycée. La création d'espaces ouverts propices à des interactions dans le cadre de projets pluridisciplinaires a ainsi été favorisée. Une originalité liée à la proximité des acteurs est constituée par des projets associant non seulement plusieurs élèves, mais plusieurs élèves issus de plusieurs formations différentes. Grâce à une collaboration entre le lycée et l'École d'ingénieurs, certains projets peuvent se construire autour de groupes d'élèves issus à la fois du lycée (formation BTS, par exemple) et de l'École d'ingénieurs (formation d'ingénieur en génie mécanique). L'organisation des projets faisant appel à différents niveaux de compétences (conception d'objets par certains et fabrication en atelier ensuite par d'autres, par exemple) permet non seulement l'acquisition de compétences techniques et scientifiques, mais également relationnelles et managériales. La modularisation des formations facilite également la participation de salariés, augmentant aussi par ce biais la mixité et les interactions.

La reconnaissance très tôt par les acteurs locaux de la nécessité d'offrir des conditions d'attractivité en dehors du cadre scolaire a donné lieu à une attention particulière aux installations culturelles et sportives du site, aux résidences étudiantes, aux moyens de transport (bus et navettes) et à la vie associative, tous éléments indispensables pour attirer des élèves motivés et de bon niveau pour les formations bac et post-bac dans les filières technologiques. La participation des collectivités territoriales, aux côtés des industriels, constitue à ce propos un atout non négligeable.

3

DÉVELOPPER LA RECHERCHE TECHNOLOGIQUE : UNE IMPÉRIEUSE EXIGENCE POUR NOTRE PAYS

*Contribution de l'Académie des technologies
aux assises de l'Enseignement supérieur et de la Recherche*

On sait l'importance que joue l'innovation technologique pour un pays, dans la maîtrise de son avenir économique, dans le développement de l'emploi ou encore l'augmentation de ses moyens de production nationaux dans un contexte de mondialisation. Facteur majeur de l'amélioration de la compétitivité des entreprises, elle constitue aussi un socle pour des stratégies de souveraineté ; elle est par ailleurs source d'enrichissement des connaissances et peut influencer fortement sur le comportement des groupes et des individus. L'ampleur de cette capacité d'innovation repose bien sûr en grande partie sur l'existence d'une recherche technologique d'excellence, dynamique et réunissant les masses critiques nécessaires.

Dans ce contexte et compte tenu de ses missions et des études menées, l'Académie des technologies a préféré focaliser sa contribution sur le développement de la recherche technologique. Ainsi, dans la suite, les caractéristiques principales

de cette recherche sont décrites de même que la façon dont elle s'organise dans notre pays. La problématique de formation qu'elle induit est ensuite abordée ; puis sont présentées des recommandations portant sur des évolutions nécessaires du système de recherche existant afin d'être à la hauteur des enjeux que l'innovation technologique représente. La contribution que l'Académie des technologies peut apporter à la définition et la mise en œuvre de ces évolutions est enfin rappelée.

Les caractéristiques de la recherche technologique

Se situant aux côtés de la recherche scientifique fondamentale et de la R&D des entreprises, la recherche technologique de base a pour objectif le développement de prototypes ou de preuves de concept de nouveaux objets ou systèmes techniques, procédés ou services, utiles à des individus, des organisations ou encore des collectivités ou des sociétés. En conséquence, la recherche technologique de base ne se situe pas en aval de la recherche scientifique fondamentale ; elle est cependant amenée à la questionner sur des domaines encore inexplorés et à en utiliser fréquemment des résultats de manière adaptée. Se plaçant en anticipation du développement de produits ou services industriels et possédant un caractère exploratoire affirmé, la recherche technologique doit avoir pour effet, notamment, la création de nouvelles entreprises de technologie ou encore la démultiplication, le renforcement de l'efficacité de la R&D des entreprises existantes et en tout premier lieu celle des PME, mais sans oublier celle des ETI ou des grandes entreprises engagées dans une compétition mondiale intense. Ainsi le caractère partenarial public-privé de cette recherche est consubstantiel à son existence.

De plus, l'existence d'une recherche technologique forte permet à l'échelle d'un pays ou de l'Europe de mobiliser les énergies afin de lever des verrous techniques majeurs et de mener à bien de grands projets.

Pour atteindre ces objectifs, la recherche technologique est appelée à développer ses propres méthodes d'investigation qui peuvent s'ajouter à celles de la recherche scientifique traditionnelle. Ces méthodes prennent souvent un caractère systémique dès lors que les innovations envisagées ne peuvent être dissociées de leur contexte d'usage ou relèvent d'un assemblage original de composants multiples. Elles englobent nécessairement des considérations d'acceptabilité sociale, de sûreté environnementale et sanitaire, d'éthique ou encore de définition

de politiques publiques en matière de réglementation. Ces méthodes incluent également des aspects économiques et, notamment, de rentabilité des investissements consentis tout en abordant des questions de stratégie industrielle ou d'État. L'aspect intégratif de ces recherches plaide alors pour le développement d'écosystèmes public-privé adaptés et pour une interdisciplinarité des approches pouvant emprunter aux domaines des sciences sociales ou humaines et du droit. Par ailleurs le développement pertinent de nouveaux dispositifs, procédés ou services doit, dans de nombreux cas, avoir recours à des plates-formes pilotes. Ces dernières doivent favoriser des expérimentations techniques et les usages de dispositifs nouveaux avec le bon facteur d'échelle (*living labs*). Ces démonstrateurs sont souvent hors de portée d'un seul acteur et doivent être mutualisés. Par ailleurs ces recherches ne peuvent s'abstraire d'une problématique de normes et standards ainsi que des considérations de propriété intellectuelle.

À l'énoncé de ces caractéristiques, il apparaît clairement que la recherche technologique doit disposer de ses propres méthodes de programmation et d'évaluation. Au sein des laboratoires publics, la recherche technologique de base est actuellement fortement handicapée par les méthodes d'évaluation de la recherche fondamentale.

Le paysage de la recherche technologique en France

Au cours des années passées, de nombreuses initiatives ont vu le jour pour améliorer les relations entre la recherche publique et les entreprises en sensibilisant le plus grand nombre – chercheurs et d'industriels – à l'intérêt de la recherche partenariale. Néanmoins, le paysage de la recherche technologique reste peu lisible.

En effet, ce domaine est pris en compte au sein de l'activité d'acteurs divers et variés dont une grande partie n'en a pas fait sa mission essentielle ou n'a pas nécessairement les moyens et méthodes adaptées aux spécificités de cette recherche. Par ailleurs, de nombreux instruments pour le développement de cette recherche ont été créés et se superposent sans beaucoup de cohérence, éparpillant donc les budgets et les chercheurs et nuisant par conséquent à l'ampleur qu'il convient de lui donner.

Ainsi on retrouve de la recherche technologique de base au sein des grands organismes de recherche (CEA, CNRS, INRA, INRIA, INSERM...), universités et écoles

d'ingénieur (Institut mines Telecom ...). Les instituts Carnot relèvent d'une volonté de promouvoir la recherche technologique et partenariale au sein des organismes existants, le concept nouvellement créé d'IRT (Institut de recherche technologique) vise apparemment à créer de nouveaux organismes à partir des anciens et privilégie des laboratoires communs industrie-recherche. Les centres techniques sont attachés chacun à certaines filières industrielles au niveau national, les pôles de compétitivité recouvrent d'autres domaines industriels et sont fondés sur une animation d'un tissu local et régional.

Les aides incitatives, telles que celles qui proviennent du Crédit d'impôt recherche (CIR), du FUI (Fonds unique interministériel), des avances remboursables d'Oseo, du soutien à la recherche partenariale de l'ANR, des programmes européens qui relèvent de l'Union européenne (PCRD) ou d'Eureka, sont bien sûr utiles et bénéfiques.

La multiplicité de ces aides et l'absence d'une articulation claire rend difficile, en particulier pour les PME, l'accès à ces aides et nuit à leur complémentarité organisée pour dégager des ressources importantes à la hauteur des enjeux.

Il résulte notamment de cette accumulation d'actions et d'organisations une difficulté majeure pour l'État de jouer un rôle de stratège, mais aussi une difficulté pour les organismes, les entreprises ainsi que les chercheurs, de définir leur propre stratégie de coopération.

Retenons, sans être exhaustif, quelques principes qui ont démontré leur efficacité et qu'il conviendrait de retenir dans le cadre d'une évolution de la recherche technologique : la recherche en réseau telle qu'elle se pratique au sein des pôles de compétitivité ou des programmes Eureka, pour mieux cibler les projets du point de vue de l'industrialisation des résultats et la pertinence des partenariats ; les laboratoires communs recherche-industrie, pour mieux partager les savoirs et les cultures, et ainsi raccourcir les délais du transfert technologique ; l'importance du CIR, pour modifier en profondeur et sur la durée l'ampleur et le périmètre de la R&D pratiquée sur le territoire national ; l'existence d'un instrument de financement de la recherche publique, tel que l'ANR, autonome par rapport aux organismes de recherche publique et permettant de mettre en œuvre une politique nationale.

Au-delà, les efforts entrepris pour augmenter l'autonomie des universités et rendre plus souple et dynamique notre système de recherche et d'enseignement supérieur, doivent être maintenus.

La place de la technologie dans l'enseignement supérieur

La technologie est présente dans de nombreuses composantes de l'enseignement supérieur. Pour les formations longues, elle est focalisée autour des ingénieurs ou titulaires d'une certification de même niveau. Pour les formations courtes, elle apparaît plus particulièrement au sein des BTS et DUT (diplômés des IUT). La notoriété des ingénieurs français est largement fondée sur le préalable d'une sélection basée sur une culture scientifique et peu technologique. Les diplômés des filières courtes dans les spécialités industrielles sont aussi issus d'un processus de sélection laissant peu de place à la technologie. Par ailleurs, ils sont trop souvent détournés des métiers pour lesquels ils sont formés, ce qui prive notamment les PME et TPE technologiques d'une main d'œuvre de grande qualité et, plus généralement, l'industrie de techniciens supérieurs très compétents.

Dans le cadre des universités, le niveau bac +3 (licence) requiert une attention particulière. Ce niveau bac + 3, à l'exception de quelques enseignements professionnels pratiquant une formation en alternance, n'a pas encore fait ses preuves pour former suffisamment de cadres intermédiaires. Aussi préoccupant, et contrairement aux systèmes étrangers à l'exception de la chimie, le doctorat n'est pas correctement positionné par rapport au titre d'ingénieur et n'est que rarement un sésame pour l'industrie. Le principe des conventions CIFRE de l'ANRT fournit un bon cadre pour former des docteurs ayant une bonne connaissance de l'Industrie tout en étant parfois sous-utilisé. Néanmoins, et plus généralement, la place de la technologie dans les écoles doctorales est à repenser pour prendre en compte ses spécificités et ses exigences d'interdisciplinarité.

Recommandations : Structurer la recherche technologique

Au niveau national

- ▶ Définir le statut de la recherche technologique et préciser clairement ses objectifs, ses méthodes et le caractère pérenne de sa démarche partenariale. Sa gouvernance au niveau national devra refléter la diversité des acteurs publics et privés majeurs ainsi que la représentation des ministères concernés.

- ▶ Établir et réactualiser régulièrement la place de la recherche technologique au sein de la stratégie nationale de recherche et d'innovation, en particulier pour fournir à l'État les éléments lui permettant de jouer son rôle de stratège et lancer, notamment, de grands projets.
- ▶ Identifier dans le paysage actuel les acteurs français qui pourraient participer à la structure nationale, les carences par rapport aux objectifs visés ; préciser et confirmer les dispositifs souhaitables comme la recherche en réseau, les laboratoires communs, le CIR, les Instituts Carnot...
- ▶ Créer un cadre permettant, pour des durées déterminées, de mobiliser et rassembler des forces d'horizons variés, publics et privés, nationaux et internationaux pour mettre en œuvre de grands projets permettant de lever des verrous techniques majeurs ou mettre en place les plates-formes, les démonstrateurs, nécessaires à une recherche interdisciplinaire et intégrative d'ampleur significative.
- ▶ Simplifier les multiples procédures de soutien à la recherche, clarifier l'articulation des organisations et structures retenues et assurer la continuité des dispositifs sélectionnés.

Au niveau régional

- ▶ Reconnaître l'importance du niveau régional pour créer une dynamique de l'innovation technologique pour l'emploi afin que chaque région, compte-tenu de ses spécificités, puisse adopter des démarches pragmatiques et ciblées.

Au niveau européen

- ▶ Analyser l'intérêt du modèle KIC/EIT actuellement en cours de développement par l'Union européenne, ou tout autre dispositif permettant de renforcer l'efficacité, le réalisme des programmes européens de recherche.

Au niveau mondial

- ▶ Décliner une stratégie de coopération avec les pays émergents ou en voie de développement sous forme de partenariats dans le domaine de la recherche technologique.

Renforcer l'implication des PME et ETI

- ▶ Aider les PME et les ETI à développer une interface avec le milieu académique en leur permettant de disposer à coût réduit d'un ou plusieurs spécialistes pour accéder aux avancées techniques ou exprimer leurs besoins vis à vis des équipes de recherche.
- ▶ Réévaluer l'intérêt des dispositifs généralistes de transfert de technologie sous forme de SATT qui rajoutent un intermédiaire entre chercheurs et industriels.
- ▶ Revoir les systèmes de fonds d'amorçage pour éviter le saupoudrage.

Évaluer de manière adaptée

- ▶ Développer des systèmes d'évaluation adaptés aux spécificités de la recherche technologique ; privilégier notamment la création de valeur (technique, économique et sociale) comme le dépôt de brevets, ou autre, au-delà des indicateurs classiques reposant par exemple sur le nombre de publications ; ces systèmes d'évaluation doivent encourager la mobilité des chercheurs et reconnaître leur esprit d'entreprise.

Mieux former à la technologie dans l'enseignement supérieur

- ▶ S'appuyer sur les PRES, et en concertation avec l'Industrie, pour réadapter les formations supérieures à la technologie en utilisant les interactions entre les universités et les Écoles d'ingénieurs qu'ils rendent possibles. La formation en alternance doit être fortement encouragée.
- ▶ Faire évoluer les écoles doctorales pour mieux refléter les exigences de la recherche technologique et conduire à des doctorats d'excellence, favorisant par ailleurs des parcours industriels ultérieurs.

Rôle de l'Académie

Il est clair que l'ensemble des propositions énoncées dans ce texte suppose une mutation profonde, déjà engagée, mais qu'il faut accélérer, de notre dispositif de recherche. Il est de la mission de l'Académie des technologies d'offrir son soutien à la définition et à la mise en œuvre des mesures à entreprendre.

La diversité des domaines couverts par les académiciens, leur expérience technologique et scientifique dans des contextes variés, l'interdisciplinarité de leurs approches, constitue une expertise collective et indépendante, unique en France dans le domaine de la technologie.

Par ailleurs, en accueillant le secrétariat général d'Euro-CASE, l'Académie a les capacités de faire profiter notre pays de l'ensemble de l'expertise réunie au sein des vingt académies sœurs européennes, membres d'Euro-CASE.

4

LE FINANCEMENT DES ENTREPRISES ET DE LA TECHNOLOGIE

Christian de Boissieu et Bernard Daugeras,
membres de l'Académie des technologies

Notre réflexion s'est articulée autour de trois thèmes principaux : le contexte, la méthode et la « tuyauterie ».

S'agissant du contexte, nous subissons depuis de nombreuses années une volatilité fiscale excessive, qui reflète l'ambiguïté des sentiments des gouvernants à l'égard de l'entreprise. Un deuxième élément de contexte est l'écart immense entre les efforts de financement des technologies aux États-Unis et en Europe. Les Européens, et les Français en particulier, doivent considérer le financement comme une question essentielle. Le troisième élément de contexte renvoie au durcissement des contraintes de financement, en particulier pour les PME. Nous assistons à un durcissement des contraintes réglementaires (Bâle III pour les banques, Solvabilité II pour les compagnies d'assurance). Ces nouvelles réglementations prudentielles ouvrent un réel débat sur la question du financement de l'économie réelle dans les années à venir. Le *business model* des banques est amené à changer. Ces dernières accorderont moins de financements à long terme,

financeront probablement moins les PME ou le développement durable. Il convient d'organiser cette transition, en encourageant le développement de financements de marché alternatifs aux financements bancaires ou assurantiels. À ces contraintes de financement s'ajoute le retour probable de la contrainte des taux d'intérêt. Les taux d'intérêts historiquement extrêmement bas que nous connaissons ne se prolongeront vraisemblablement pas très longtemps. Nous sommes donc face à une double contrainte, à la fois de quantités et de taux.

S'agissant de la méthode, nous préconisons une démarche *bottom-up* pour le financement, consistant à partir du local et du territorial. Il existe de l'épargne de proximité, qui doit s'investir localement. La notion de communauté de financement se pose en France à travers, par exemple, l'expérience menée en Vendée. Le deuxième aspect de la méthode a trait à la stabilité fiscale. Si l'on peut discuter du niveau de la fiscalité, la question de la volatilité fiscale pose un problème tout aussi grave. Le rapport Rameix (2012) a montré que, si les fonds propres des PME-PMI ont crû, cela tient avant tout à la renonciation à l'investissement. Beaucoup de firmes préfèrent ainsi « stocker » du résultat (cf. Jean-Claude Volot) plutôt que d'investir compte tenu des incertitudes. Tant que nous n'aurons pas de stabilité fiscale, les investisseurs et chefs d'entreprises ne pourront pas avancer. L'Académie des technologies se doit de faire passer des messages non partisans à ce sujet. Le troisième aspect de la méthode revient à concentrer les efforts, en matière de financement, pour attirer les capitaux vers les stades amont, en particulier l'amorçage et le capital risque (*venture capital*). Le quatrième aspect de la méthode revient à accepter – enfin ! – de rémunérer le risque. Il n'existe pas, en France, de différenciation suffisante entre ce qui est risqué et ce qui ne l'est pas. Ceci reflète la manière dont la France vit mal le risque. Enfin, les questions de financement ne peuvent être séparées des questions de culture de l'entrepreneuriat. Parfois, l'excès de diplômes finit par empêcher l'initiative ou la prise de risque.

Concernant la « tuyauterie », la problématique de départ est simple, sa résolution complexe. Nous vivons dans un monde avec beaucoup de liquidités. En France, il existe beaucoup d'épargne privée : les Français épargnent environ 200 milliards d'euros par an. Attirer ne serait-ce que 5% de ce montant en faveur du capital-risque et du capital-développement aiderait déjà beaucoup ! Dans le contexte des contraintes de financement, il convient d'essayer de trouver la bonne « tuyauterie » pour reconnecter les liquidités et l'épargne d'un côté, les projets à financer de

l'autre. La « tuyauterie » n'est pas une notion péjorative. Elle vise trois dimensions : les produits, les circuits et la fiscalité.

Pour les produits, nous saluons la création du PEA-PME, même s'il s'agit d'une mesure modeste, avec au départ un objectif de 2 milliards d'euros d'encours par an, contre un encours de 80 milliards d'euros pour le PEA classique. Il convient de cesser d'empiler les produits financiers, de mettre l'ensemble à plat et d'évaluer ce qui a été créé depuis 15 ans : FCPR, FCPI, FIP, etc.

Pour les circuits, la BPI doit encore démontrer sa valeur ajoutée. Un débat porte sur la mise en place, par NYSE Euronext, d'une bourse PME. Qui peut être contre un compartiment boursier spécifique aux PME ? Toutefois, l'idée d'augmenter les fonds propres des PME bute toujours sur les multiples contraintes venant à la fois de l'offre et de la demande de titres et de l'hypersensibilité de ce type de compartiment aux chocs boursiers. Dès qu'un choc survient, les compartiments PME sont beaucoup plus affectés, ce qui ruine la confiance pour quelques années.

Concernant la fiscalité, plusieurs pistes ont été avancées. Il s'agirait par exemple de mettre en place une fiscalité distinguant le capital productif du capital dormant, y compris à travers l'ISF. En outre, la fiscalité doit œuvrer dans le sens d'une meilleure rémunération du risque.

En résumé, les propositions de l'Académie des technologies s'organisent en la matière autour de quatre axes :

1. mettre fin à l'instabilité fiscale, obstacle majeur pour l'engagement d'investissements conséquents de la part des entreprises industrielles ;
2. mettre en place un traitement fiscal incitatif pour attirer l'épargne privée et la participation des grands groupes industriels vers des investissements à risque, l'objectif étant d'encourager, via l'innovation, l'émergence de futurs leaders mondiaux ;
3. privilégier la création de fonds d'investissement privés spécialisés par secteur d'activité, en favorisant les fonds d'une taille suffisante pour accompagner les entreprises jusqu'à leur éventuelle entrée en bourse ;
4. prendre les mesures réglementaires et fiscales incitatives pour attirer annuellement 1,5 à 3 pour mille de l'encours de l'assurance-vie (plus de 1 400 milliards d'euros), soit environ 1,5 à 3 milliards d'euros, vers le capital-risque et le capital-développement technologique.

5

S'APPUYER SUR DE NOUVEAUX USAGES POUR RATTRAPER NOS RETARDS

**Des propositions concrètes issues
du séminaire/groupe de travail GT2**

Alain Bugat, vice-président, Pascal Morand et Erich Spitz,
membres de l'Académie des technologies

Pratiqué sous forme de brainstorming, le travail du groupe lors du séminaire a permis dans un premier temps d'établir une liste illustrative des retards et obstacles qui freinent la ré-industrialisation de la France.

ILLUSTRATION DES RETARDS ET OBSTACLES

Nous les avons regroupés ci-dessous, sous la forme des items bruts issus du brainstorming accompagnés de quelques lignes de commentaires destinés à

faciliter la compréhension, en trois sous-ensembles :

- ▶ administration et environnement étatique (« ce qui est de la responsabilité des pouvoirs publics ») ;
- ▶ retards techniques et d'investissement (« ce que ensemble, public et privé, doivent prendre en compte en termes de retards techniques et d'investissements ») ;
- ▶ collectif métier/filière (« ce que les acteurs économiques d'une filière devraient corriger pour être collectivement plus efficaces »).

Administration et environnement étatique

Pas de séparation ou mauvaise entre politique industrielle et politique de la demande

Dans le domaine de la santé où c'est le plus caractéristique, mais aussi dans d'autres domaines, l'organisation de l'État et les choix politiques ne permettent pas de donner à la politique industrielle, dans son rôle d'anticipation et de stimulation, traduction des intérêts des forces productives du pays, un poids équivalent à la politique de la demande, expression des intérêts des usagers ou consommateurs. Aujourd'hui c'est trop souvent cette dernière qui prime.

Pas de pilote technologique ni d'expertise technique au ministère de la santé

La technologie joue un rôle moteur dans le domaine de la santé et les technologies qui y sont développées peuvent de surcroît avoir un rôle majeur dans d'autres secteurs. Or, le ministère de la santé, qui en a la responsabilité au niveau de l'État, ne dispose pas des compétences technologiques nécessaires.

Absence d'études coût/efficacité sur la réglementation (santé)

Dans le domaine de la santé, mais aussi dans d'autres secteurs, les ministères en charge ne font pas faire d'études coût/efficacité avant l'introduction de nouvelles réglementations, probablement par manque de compétences techniques propres ou de moyens financiers. Ce serait pourtant une excellente habitude à prendre.

Pas de pilotage stratégique dans les ministères (énergie)

La problématique de l'énergie, prise uniquement sous l'angle du développement durable et de la régulation par un ministère de l'énergie, de l'environnement et du développement durable seul en charge du sujet, conduit la France à ne plus avoir de politique industrielle dans ce secteur, tant au niveau national qu'à l'exportation. Ceci est particulièrement vrai pour le nucléaire.

Pas de financement pour les grands projets exports (nucléaire)

La France, qui est pourtant l'un des pays qui a le plus de savoir-faire nucléaire à valoriser dans le monde n'est plus capable d'apporter le financement *ad hoc* à ses clients export potentiels pour les grandes installations nucléaires. Aux difficultés budgétaires de l'État se sont ajoutées les nouvelles contraintes pour les banques (réglementation Bâle 3 et sur-contraintes internes aux banques). La France ne peut plus exporter que là où l'un des deux électriciens EDF ou GDF SUEZ est capable d'investir.

Absence de réflexion sur l'équilibre pull/push concernant les technologies émergentes : que pousse-t-on par des financements de la recherche ? que tire-t-on par des prix de rachat ?

Il n'y a pas pour l'instant de lieu ou d'instances où l'on réfléchit et définit une politique globale pour favoriser le développement de technologies émergentes à l'échelle du pays. Faut-il se contenter d'injecter de l'argent dans la recherche ou faut-il utiliser une politique d'attraction par le marché en instaurant pendant une période *ad hoc* des prix d'achat des produits, favorables aux producteurs ?

Dualité civil/militaire prise à l'envers

Dans une logique d'économies le ministère de la défense et la direction générale pour l'armement ont progressivement privilégié une vision à courte vue de la dualité : utiliser le plus possible les technologies civiles pour les systèmes militaires. Si ce raisonnement a toute sa valeur d'un point de vue d'utilisateur du secteur, il est dramatique du point de vue politique industrielle, car les programmes militaires sont des locomotives technologiques dans tous les grands pays ayant une ambition technologique et militaire (USA, Chine, Russie), ce qui est (était ?) aussi le cas de la France. Cette dualité « prise à l'envers » affecte

particulièrement les PME et ETI françaises innovantes. Ceci peut ensuite bénéficier aux technologies civiles, puis nourrir les technologies militaires par un effet de feedback, mais dans ce cycle la source de l'innovation réside dans les technologies militaires.

Perte de compétences techniques à la DGA (défense)

La forte réduction des budgets de recherche technologique dans le domaine de la défense a conduit à une forte réduction des compétences techniques de cette direction préjudiciable à la préparation des systèmes du futur.

La DGA « laisse tomber » les PME (techniques de pointe, matériaux...) (défense)

La perte de compétences techniques dans les ministères en charge de secteurs à portée économique importante pour le pays, comme la santé et la défense, n'est pas de nature à favoriser des prises de décisions éclairées ou la construction de bons équilibres entre politiques industrielles et politiques de la demande.

Marchés publics excluant progressivement les PME

Les marchés publics favorisent incontestablement et de plus en plus les grands groupes, car ils présentent un minimum de risques au plan de la santé de l'entreprise et peuvent répondre à la croissance de la taille moyenne des marchés (par globalisation). Les PME et ETI technologiques se retrouvent de plus en plus souvent évincées de ces compétitions en dépit de produits innovants. À cela s'ajoute la culture des acheteurs publics focalisée sur le moins-disant au détriment d'une approche multicritères française, ce qui handicape le développement des PME innovantes françaises.

Réglementations trop centrées sur la manière de fabriquer le produit, en Europe et en France (agro-alimentaire)

Pour les produits alimentaires, les réglementations européennes se sont progressivement centrées et hyper-développées sur la manière dont on fabrique le produit, bridant certaines technologies. Dans la plupart des autres pays, en particulier aux USA, elles sont plus centrées sur la vérification de la qualité du produit et non sur la manière de le fabriquer ou de le produire.

Retard technique et d'investissement

Le séminaire a également permis de mettre en évidence, sans objectif d'exhaustivité, un nombre significatif de retards techniques ou d'investissement qui sont sommairement indiqués ci-dessous. Plusieurs d'entre eux sont explicités dans le rapport ou détaillés dans les exemples en annexes.

Retard de 6-8 ans sur le très haut-débit et sur la fibre, lié à une vision trop consumériste (vision court terme) en Europe et surtout en France qui lamine les marges – TIC

Voir chapitre 5 du rapport principal.

Perte de maîtrise industrielle dans les composants électroniques (le Silicium en est un bon exemple) pour les produits grand public (TIC)

La France n'a plus de maîtrise globale de la fabrication des composants silicium, n'ayant pu suivre la course aux investissements énormes que cela nécessite. Grâce à une politique volontariste et intelligente, elle a jusqu'à aujourd'hui pu limiter les dégâts, en association avec l'Italie dans le cadre de ST Microelectronics, et en favorisant l'émergence d'un leader mondial du silicium sur isolant (SOITEC) et d'un fabricant pour marchés de niche (TRONICS). Mais le décalage peut s'accroître, par rapport aux meilleurs, pour cette industrie très diffusante.

Modélisation et simulation non algorithmique (nucléaire)

Trop peu d'efforts sont faits sur ces technologies, qui ont suscité un intérêt essentiellement académique, alors qu'elles pourraient apporter des innovations majeures dans les interfaces homme/machine et l'amélioration de la sûreté des grands systèmes.

Déficit global d'innovation dans la motorisation (automobile) Bataille mal engagée sur les batteries et la standardisation du véhicule électrique (automobile)

Excellence des procédés (de fabrication) à améliorer (automobile)

Le spectre des techniques de motorisation développées par l'industrie automobile française dans son ensemble est trop étroit et donc globalement pas assez innovant. L'exemple des véhicules à hydrogène et piles à combustible est particulièrement significatif des lacunes et blocages français.

Le véhicule électrique peut être une occasion de relancer notre industrie. Cela supposerait de prendre des initiatives très vigoureuses en termes de batteries et de standardisation.

Pour ce qui concerne la qualité, le niveau global a baissé par rapport aux concurrents; il faut en urgence relancer un plan d'amélioration de la qualité des produits et des procédés de fabrication analogue à ce que Raymond Levy avait entrepris dans les années 85-90 chez Renault.

Interfaces cerveau/machine (technologies de santé)

Robotique de compagnie (technologies de santé)

La France prend du retard dans ces domaines en explosion dans le monde entier. Il y a pourtant des créneaux industriels à prendre autour de l'Homme bionique en général et des robots humanoïdes.

Retard sur l'isolation du bâtiment (bâtiment)

Voir chapitre 7 du rapport et annexe spécifique.

Manque de qualité de la recherche en SHS

Chercheurs SHS pas à l'aise sur la prospective

Les chercheurs en sciences humaines et sociales sont, en France, très focalisés sur les analyses du passé et du présent et très peu sur la prospective. Or les pouvoirs publics comme les acteurs économiques auraient besoin de réflexions prospectives sur l'intégration des technologies dans la société, comme sur leur impact économique et sociétal.

Interfaces homme/systèmes en informatique (TIC)

Interfaces homme/machine entre PME et administrations (TIC)

Intégration des outils informatiques d'interaction entre administrations et usagers (TIC)

L'intégration par les administrations des outils informatiques d'interaction avec les entreprises et les usagers semble encore très variable suivant les domaines, mais globalement en retard. Les méthodes globales de gestion de ces projets techniques laissent à désirer comme le montrent l'affaire du logiciel Louvois ou du dossier médical Informatisé. En revanche, d'autres secteurs de l'État ont atteint un excellent niveau dans ce domaine.

Nouveaux systèmes innovants de machines-outil

Le secteur de la machine-outil apparaît à beaucoup comme irrémédiablement perdu pour la France depuis de nombreuses années. L'apparition de nouveaux modes de fabrication ou d'assemblage et les nanotechnologies peuvent être l'occasion de rebâtir une industrie dans ce domaine. Pour l'instant, on ne peut que constater l'absence de mobilisation nationale sur ce sujet au moment où les places se prennent sur le marché mondial.

Collectif métier/filière

Le séminaire a également permis de mettre en évidence, sans objectif d'exhaustivité, un nombre significatif de blocages ou retards dans l'animation technologique collective d'un métier ou d'une filière qui les mettent en état de faiblesse au regard de la compétition mondiale. Ils sont sommairement indiqués ci-dessous. Plusieurs d'entre eux sont déjà plus détaillés dans les exemples figurant plus en amont dans ce document.

Stigmatisation du véhicule haut de gamme qui est pourtant source d'innovations (automobile)

Le positionnement des constructeurs français sur le véhicule basse et moyenne gammes et une vision de la voiture fortement marquée en France par l'écologie « immédiate » conduisent à stigmatiser le véhicule haut de gamme, alors que c'est essentiellement lui qui est le moteur de l'innovation. La conséquence en est un manque de différenciation positive des véhicules français sur le marché mondial et la difficulté de garder recherche et construction sur le sol national. Par ailleurs, une stratégie plus axée sur le haut de gamme dans l'automobile, comme partout d'ailleurs, constitue un tout, selon un ensemble multicritères qui doit être « upgradé » en conséquence, comprenant la technologie comme le design, la distribution comme le service. Si retard il y a, il est donc composite, tout comme doit l'être le progrès qui doit permettre de le combler. C'est tout l'enjeu de la « premiumisation ».

Retard dans l'approche usage/propriété du véhicule (automobile)

Les constructeurs sont trop centrés sur le véhicule ; ils devraient plus se centrer sur les services associés.

Manque de marchés de « masse » (apparition de nouveaux composants électroniques performants et à bas coût) qui permettent les innovations (TIC)

C'est certes un paramètre exogène. On peut cependant travailler à une meilleure « massification » pendant les phases d'émergence d'un composant grâce à une action organisée entre filières et par les marchés publics, puis au niveau européen.

Modernisation et montée de gamme des PME (TIC)

Evoquée en plusieurs endroits du rapport.

Fragilité de la filière (hors vins et alcools) (agro-alimentaire)

Voir chapitre 7 du rapport et annexe spécifique agro-alimentaire.

Relation entre l'architecture /urbanisme et l'utilisateur

Les architectes et urbanistes français n'ont pas pris l'habitude d'échanger avec les usagers de leurs constructions avant et après, contrairement à d'autres pays. La formation technique des architectes laisse aussi beaucoup à désirer, en particulier pour ce qui concerne la thermique du bâtiment.

Retard de formation des PME du bâtiment pour aborder les nouvelles méthodes de construction du bâtiment devenu plus technique (bâtiment)

Voir chapitre 7 du rapport et annexe correspondante

Choix de dirigeants de société en général non techniques, avec des mandats limités dans le temps, conduisant à un appauvrissement technique des sociétés

Les témoignages sont nombreux portant sur des entreprises identifiées et hélas de plus en plus nombreuses, d'effondrement progressif des affaires par suite de perte progressive des savoir-faire techniques. Ceci se produit dans la grande majorité des cas avec des dirigeants « parachutés », qui délèguent peu, pour qui la technique n'est pas prioritaire et qui font diffuser volontairement ou involontairement cette inversion des priorités dans l'ensemble de leur société.

Manque de formation au travail coopératif (écosystème) : sous-traitants considérés comme des « ennemis »

Voir chapitres 2 et 6 du rapport.

Manque de moyens et processus d'information permettant la compréhension des grands enjeux technologiques par le public

Les médias audiovisuels français ne s'intéressent absolument pas aux enjeux technologiques, si ce n'est pour dénoncer les risques, et le CSA ne peut ou ne veut rien y changer. Il est donc toujours pratiquement impossible de toucher de grandes masses de citoyens pour les familiariser avec industries et technologies.

On oublie qu'il y a des enjeux technologiques et de savoir-faire dans le *soft power*

Exploitation insuffisante du potentiel lié au tourisme (tourisme)

Voir chapitre 7 du rapport. Derrière toutes les composantes du *soft power* il y a du savoir-faire ou des technologies ; ils sont le plus souvent méconnus. Une meilleure mise en évidence est souhaitable dans un but marketing, mais aussi pour que des idées d'innovation puissent hors des cercles spécialisés.

On ne sait pas formuler l'attente socio-économique, quels que soient les domaines

Prise en compte insuffisante des attentes socio-économiques pour anticiper les nouveaux usages

Il est nécessaire de développer des technologies en rapport avec la compréhension, voire l'anticipation, des nouveaux modes de vie. S'agissant des relations *Business to Customers* et *Business to Business* par extension, le design et les aspects socio-économiques doivent être pris en compte pendant la conception.

Pas de leadership dans un secteur ou une filière pour la prise en compte des aspects transversaux (supply chain, R&D...) : comment gérer les synergies ?

À de rares exceptions près, les filières françaises souffrent d'un manque de leadership. Il ne s'agit pas de désigner systématiquement le plus gros des acteurs comme leader car ceci a surtout pour effet de paralyser l'innovation venant des petits acteurs. Il s'agit d'organiser un pilotage collectif de la filière, permettant de rechercher les configurations gagnant-gagnant, en particulier à l'export, et d'établir les compromis socio-économiques acceptables par tous les acteurs.

Défaut d'analyse des contextes des pays-cibles pour l'exportation : des analyses du B to B ou B to C à l'export doivent être faites

Beaucoup d'erreurs sont faites par les acteurs français dans leurs approches des pays à l'exportation : erreurs culturelles, mauvaise connaissance des mécanismes d'appels d'offres internationaux, analyse marketing insuffisante. Il apparaît nécessaire de renforcer le potentiel global d'analyse de notre pays dans ce domaine et mettre en place des concertations plus étroites au sein des filières ou avec les pouvoirs publics.

Fragilité financière des PME technologiques

Voir chapitre 5 du rapport.

ATTENDUS ET PROPOSITIONS

Dans un deuxième temps un nombre volontairement limité d'attendus et de propositions concrètes ont été dégagés des constats précédents pour favoriser la renaissance de l'industrie.

Premier attendu : il faut augmenter la réactivité des entreprises pour être dans la course de la mise en place de nouveaux usages

Ceux-ci sont en effet plus le résultat de pratiques itératives que de longues études préalables à une décision finale.

Propositions

- ▶ réduire le nombre des niveaux dans l'organisation de l'entreprise afin d'accélérer les prises de décision ;
- ▶ introduire de la souplesse dans les prises de décision ; être capable de rectifier sans attendre un mauvais choix ;
- ▶ promouvoir les principes de l'excellence opérationnelle (*lean management*) profondément à l'intérieur de l'entreprise, par de l'initiation et en l'incluant dans la formation continue ;

- ▶ mettre en place des dispositifs favorisant l'acceptation rapide d'idées innovantes et la mise en place tout aussi rapide pour les tester ; ne pas pénaliser les auteurs de celles qui tournent court.

Deuxième attendu : le client est de plus en plus architecte des usages qu'il fait des produits technologiques qu'il achète

Les industriels doivent donc concevoir des produits sans connaître tous les usages.

Propositions

- ▶ apporter un soin tout particulier au traitement des interfaces du produit avec l'environnement dans lequel il va être utilisé : produits complémentaires, accessibilité des interfaces, convivialité, etc.
- ▶ augmenter le nombre des interfaces pour faciliter la connexion avec des produits complémentaires dans le futur.

Troisième attendu : profiter de l'arrivée de nouveaux usages pour se repositionner dans les chaînes de valeur d'un secteur industriel

Ces opportunités concernent principalement les ETI car les grands groupes sont en général en situation de force ou en position d'intégrateur et les PME n'en ont pas les moyens.

Citons comme exemples :

- ▶ les aliments « personnalisés » qui nécessiteront une démonstration analogue à celle des médicaments avant leur mise sur le marché ;
- ▶ l'arrivée de nouvelles technologies dans le conditionnement et les services d'usage ;
- ▶ une vision « citoyenne (et développement durable) » de l'alimentation (emballage, proximité du producteur, etc.) ;
- ▶ les transports intelligents.

Propositions

- ▶ la mise en place d'une stratégie de repositionnement pour une ETI suppose une continuité d'efforts pendant plusieurs années et, donc, une continuité du management. Il importe donc de la favoriser en protégeant l'entreprise de ses « prédateurs ». C'est le rôle des actionnaires, du management et, dans certains cas, des pouvoirs publics ;
- ▶ pour permettre aux ETI de prendre les risques associés à ces repositionnements, il importe que les pouvoirs publics minimisent les contraintes réglementaires qu'elles vont rencontrer (abaisser le « ticket d'entrée » réglementaire) ;
- ▶ les ETI conservent souvent un lien d'image et d'estime fort avec leur région d'origine. C'est pour cette raison qu'il semble plus pertinent de privilégier les financements au capital par des structures régionales (FSI généralisé, BPI...) afin de répondre aux besoins de ces repositionnements stratégiques ;
- ▶ amplifier ce qui a déjà été engagé par les Pouvoirs publics pour favoriser les rencontres entre les ETI et les grands acheteurs publics. Au sein des structures publiques, associer des opérationnels à ces rencontres et pas uniquement les directions des achats (trop souvent partisans des politiques de moins-disant) ;
- ▶ libéraliser le recrutement par les PME et les ETI de travailleurs étrangers maîtrisant l'anglais et donc capables d'internationaliser les cultures internes en général trop exclusivement francophones ;
- ▶ organiser par les Pouvoirs publics et/ou dans les médias la mise en évidence du rôle majeur des ETI et des *success stories* d'ETI.

Le tableau ci-dessous regroupe ces attendus et les propositions :

ATTENDUS	PROPOSITIONS
<p>Augmenter la réactivité pour être dans la course de la mise en place de nouveaux usages. Étant le premier, pas de concurrence et marge plus grande, disponible pour investir, cercle vertueux.</p> <p>Exemples</p> <ul style="list-style-type: none"> ☑ Les nouveaux usages sont plus le résultat de pratiques itératives que d'études. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Réduction du nombre de niveaux d'organisation. ▶ Souplesse. ▶ Promotion du <i>lean management</i>, en initiation et dans la formation continue. ▶ Mise en place dans les entreprises du dispositif fail fast (boîte à idée, acceptation des idées). ▶ Accepter un investissement risqué.
<p>Le client est architecte de ses usages. Les industriels doivent donc concevoir des produits sans connaître tous les usages, mais capables de s'adapter.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Focalisation sur les interfaces. ▶ Augmentation du nombre d'interfaces.
<p>L'arrivée des nouveaux usages est l'occasion de rebattre les cartes dans les chaînes de valeur.</p> <p>Exemples</p> <ul style="list-style-type: none"> ☑ Aliments « personnalisés » qui nécessiteront une démonstration analogue à celle des médicaments avant leur mise sur le marché ☑ Arrivée de nouvelles technologies dans le conditionnement et les services d'usage ☑ Vision citoyenne (et développement durable) de l'alimentation. ☑ Smart transports. 	<p>Rôle majeur des ETI et des start-up</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Favoriser la continuité de management pendant la croissance. ▶ Simplification des réglementations applicables. ▶ Privilégier les financements au capital par des structures régionales (FSI généralisé, BPI...). ▶ Organisation de rencontres entre acheteurs publics et ETI. ▶ Libéralisation du recrutement d'étrangers maîtrisant l'anglais. ▶ Mise en avant du rôle majeur des ETI et des <i>success stories</i>.

Communication à l'Académie des technologies

La renaissance de l'industrie - recueil d'analyses spécifiques

6

LES TIC MOTEURS DE L'INNOVATION « SYSTÈME »

Gérard Roucairol, *Président de l'Académie des technologies*

Le recours à l'innovation dite « système » est décrit comme principe essentiel de création d'innovations dans une optique d'évolution sociétale. Les TIC sont alors considérés comme l'élément clé d'intégration et de déploiement de ces nouveaux systèmes sociétaux. Quatre secteurs d'applications sont commentés ici (santé, habitat et urbanisme, mobilité et transport, fabrication du futur), puis l'évolution même des technologies de l'information et de la communication est analysée et des opportunités industrielles que cette évolution suscite sont soulignées.

L'innovation « système » à haute valeur ajoutée

Si l'on considère un système comme un ensemble de composants indépendants interconnectés pour remplir une fonction donnée, « l'innovation système » permet de développer des fonctionnalités ou des services nouveaux qui soient à la fois personnalisés pour répondre à des besoins d'individus ou de collectivités... et exportables,

c'est-à-dire reproductibles en masse, qu'il s'agisse des composants de ces systèmes ou des systèmes eux-mêmes. Ces fonctionnalités et services nouveaux sont obtenus en combinant/intégrant, de manière originale, divers composants innovants ou non. Leur conception prend en compte non seulement des aspects techniques, mais aussi des aspects économiques, sociétaux, de standardisation...

La réalisation d'un système innovant repose par ailleurs sur l'existence d'écosystèmes.

Quelles sont les caractéristiques de ces écosystèmes ?

Ils regroupent différents acteurs : un industriel qui joue un rôle primordial d'intégration des différents composants pour élaborer la fonction souhaitée, des fournisseurs de composants, des sociétés de services, des PME fournisseurs de technologies différenciatrices... Ils s'appuient sur des plates-formes ouvertes coopératives pour privilégier la co-conception et développer des normes et des standards et ils créent des solidarités objectives d'accès aux marchés pour les différents acteurs qui les constituent. De plus, ces écosystèmes impliquent les futurs utilisateurs par le biais de démonstrateurs, permettant ainsi l'« ensemencement » précoce des nouveaux marchés. Ils peuvent ainsi faciliter l'acceptabilité d'innovations non seulement incrémentales de composants, mais aussi radicales car ces dernières ne créent pas une rupture sur l'usage global du système, mais le complète et l'améliore. La capacité d'innovation est accrue collectivement et les coûts/risques liés à l'innovation sont mutualisés.

Cette « innovation système » permet notamment de faire évoluer, moderniser, enrichir ou encore créer de grands systèmes sociétaux (santé, transport, urbanisme, fabrication...), en fédérant des initiatives rendues compatibles, complémentaires et cohérentes. Ainsi la dynamique engendrée par ces écosystèmes est de nature à renforcer la compétitivité de l'ensemble des acteurs concernés, d'en intégrer davantage et d'en créer de nouveaux.

Par ailleurs « l'innovation système » et la structure d'écosystème qu'elle implique reflètent une évolution des marchés et des entreprises liée à la mondialisation. Cette évolution devrait privilégier une « dé-verticalisation » des chaînes de valeurs industrielles. En effet, l'importance de produire en masse conduit les entreprises à se concentrer sur certaines étapes de la chaîne de valeur. La nécessité de prendre en compte les spécificités de telle ou telle demande devient alors le fait d'intégrateurs spécialisés qui portent l'innovation globale vis-à-vis des

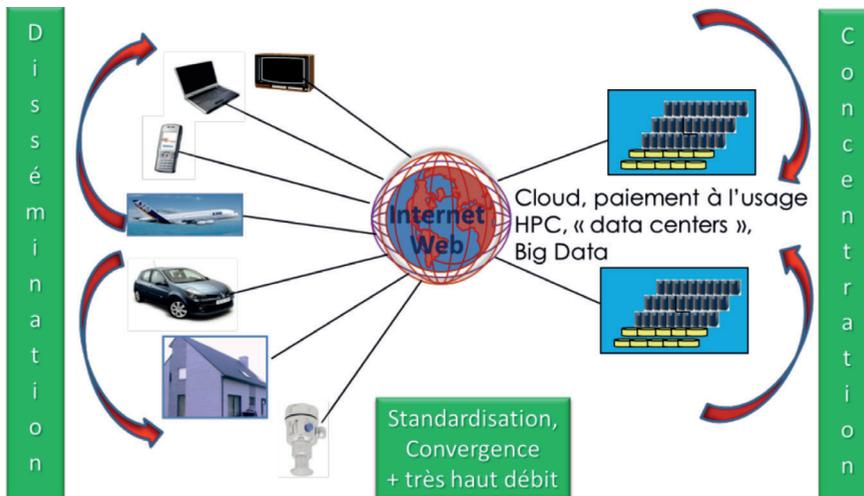
clients finaux. Soulignons que la compétitivité d'un intégrateur implique, en particulier, qu'il maîtrise totalement la dimension technologique de son métier et qu'il dispose d'une R&D propre.

Les TIC en tant qu'outil majeur d'enrichissement des composants d'un système et d'intégration

Les tendances technologiques de fond à l'œuvre dans le domaine des TIC (cf. graphe 1) permettent d'enrichir les composants d'un système et de combiner leurs fonctions. Cet enrichissement et cette intégration permettent ainsi aux grands systèmes sociétaux existants d'évoluer et d'élargir les solutions / services qu'ils proposent à la société, et d'en créer de nouveaux.

En effet, il y a d'une part une évolution des télécommunications, caractérisée par deux phénomènes : une couverture généralisée des territoires par des réseaux fixes ou mobiles à bande passante toujours plus élevée ; une standardisation liée à l'utilisation des protocoles standards de l'Internet (IP) ou du Web.

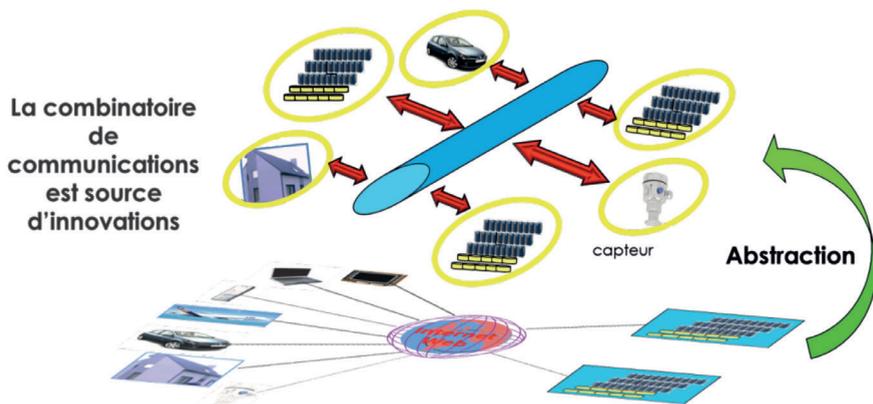
Il y a d'autre part une évolution des circuits intégrés avec la miniaturisation continue des transistors (loi de Moore). Cette miniaturisation des moyens de traitements numériques conduit à la dissémination de microprocesseurs dans les objets les plus variés, ce qui leur confère de nouvelles fonctionnalités, dont celle de pouvoir communiquer entre eux et avec d'autres systèmes informatiques.



Graphe 1 : Intégration par les TIC : les tendances technologiques

Enfin, il y a une concentration/capitalisation des données générées par les différents composants du système au profit de grands centres de traitements. Cette concentration facilitée par la standardisation et l'augmentation du débit des communications offre de nombreuses possibilités : extraction de connaissances, simulation, prévision, aide à la décision, automatisation et suivi des activités de terrain ...

L'intégration de ces composants permettra de former des grands systèmes cohérents et programmables globalement conférant ainsi un nouveau rôle aux TIC (graphe 2).



Grappe 2 : Intégration par les TIC : le web des objets

Dans ces écosystèmes qui agrègent différents acteurs et qui en font éventuellement naître d'autres, les intégrateurs peuvent être des entreprises du métier qui ont évolué pour développer une capacité d'intégration, mais aussi de nouveaux entrants, notamment les sociétés SS2I (services informatiques), opérateurs télécom, constructeurs informatique.

QUATRE EXEMPLES D'APPLICATION

La santé

Les activités liées à la santé humaine représentent près de 11 % du PIB et emploient près de 9 % de la population active en France. Le chiffre d'affaire des industries de santé a doublé en 40 ans. Les emplois dans la santé ont augmenté

depuis 20 ans six fois plus vite que l'emploi total. Pourtant, les dépenses de santé sont souvent présentées comme une charge qui menacerait la croissance de l'économie.

L'allongement de l'espérance de vie fait croître la demande de soins au cours de la vie et en fin de vie en particulier. Les affections de longue durée (ALD) qui représentent aujourd'hui 60 % des dépenses de santé augmenteront encore sous l'effet du vieillissement de la population.

Au total, la demande de soins devrait croître plus vite que le PIB (environ 15 % à 20 % du PIB en 2030) et avoir un effet d'entraînement sur les autres secteurs productifs.

Par ailleurs, le positionnement français dans le secteur des équipements biomédicaux pour la modernisation des hôpitaux est difficile car il est déjà occupé par de grands acteurs mondiaux tels que General Electric, Philips ou Siemens.

Quels axes d'innovations ?

À défaut d'avoir gagné la bataille en matière d'équipements hospitaliers, la France peut se positionner en priorité sur le déploiement de nouvelles formes de pratiques médicales et, en particulier, de la médecine à domicile ou domo-médecine. Des opportunités existent en effet tant du point de vue des innovations technologiques qu'en matière de services à la personne dans ce nouvel écosystème autour de la relation patient-médecin. Elles concernent :

- ▶ les capteurs, les actionneurs, la sécurité des bases de données, les algorithmes pour la gestion des alarmes médicales, les méthodes de diagnostic non-invasives, l'interface de communication avec le patient ;
- ▶ les solutions d'assemblage des technologies existantes, mais hétérogènes, dans un ensemble cohérent, performant et robuste, respectant les contraintes propres au monde de la santé (sécurité, confidentialité, etc.) ;
- ▶ le passage à une échelle supérieure par rapport aux projets de télémédecine existants (composante de la domo-médecine), ce qui induit des difficultés nouvelles, techniques comme opérationnelles : fiabilité, disponibilité, déploiement et maintien du parc, compatibilité avec une large gamme de matériels et logiciels du marché dans différentes versions ...
- ▶ la robotique grand public (assistance, compagnons, etc.) qui pourrait enrichir cet écosystème. Ce domaine très prometteur s'appuie sur l'explosion de la puissance de calcul combinée à la miniaturisation des circuits, la mise

au point des logiciels d'apprentissage et de gestion des connaissances de plus en plus sophistiqués, le développement des capteurs et micromoteurs toujours plus élaborés ;

- ▶ la mise en place de grandes bases de données médicales et le traitement des données pour l'aide au diagnostic, les soins préventifs, les thérapies personnalisées et l'élaboration d'une politique de santé publique ;
- ▶ la création d'un modèle générique numérique du patient pour mieux intégrer et accélérer une diversification des services et des applications ;
- ▶ la numérisation des données du patient (carte vitale).

Le bâtiment et les écoquartiers

L'industrialisation de la construction des bâtiments

Notre pays souffre d'un déficit criant de constructions de logements neufs. Si on fait abstraction ici des difficultés liées au coût du foncier, le coût de la construction peut être réduit de 40 à 50 % par un processus d'industrialisation de cette construction. L'élément clé de cette industrialisation est le recours à l'usage de la maquette numérique pour intégrer d'une part les différentes étapes du processus de la conception à la fabrication (et notamment une fabrication 3D). Cette maquette est aussi essentielle pour intégrer au sein d'un même processus les différents acteurs provenant de différents corps de métier.

Les écoquartiers

Dans un contexte de système numérique intégré combinant l'ensemble des actionneurs et capteurs qu'il contient avec des dispositifs de supervision informatisés s'appuyant sur des bases de données des informations collectées et permettant de prévoir, notamment, des comportements collectifs ou individuels, l'écoquartier devient la brique de base de la gestion optimisée de l'énergie électrique. Les dispositifs de *microgrids* employés permettront d'optimiser la consommation d'électricité en tenant compte de la production locale d'énergies renouvelables éventuelles, du déploiement de bâtiments à énergie positive, de la mixité des usages de ces bâtiments, d'une capacité de gestion de la demande et de stockage local, tout en ayant recours aux réseaux nationaux pour lisser les consommations et combler les déficits locaux.

La mobilité et le transport, cas du véhicule électrique

Il y a un changement de paradigme à l'œuvre pour le véhicule de demain qui sera tout ou partie électrique. La perception du véhicule a en effet changé. Ce moyen de transport fait partie d'un écosystème dans lequel le véhicule devient un objet connecté, éventuellement sans conducteur et intelligent, pouvant échanger, et donc collaborer. La pénétration des technologies numériques dans le véhicule nécessitera cependant de différencier leurs biorhythmes très différents pour les rendre compatibles entre eux. En effet, le développement d'un nouveau modèle de voiture prend cinq ans et sa durée de vie en production est de l'ordre de sept ans, soit douze ans d'écart avant remplacement complet d'un modèle de voiture. Les technologies numériques évoluent quant à elles beaucoup plus rapidement.

Comment créer ce nouvel écosystème ? Comment innover ?

Les constructeurs et leurs sous-traitants devront donc opérer dans cet écosystème ouvert pour répondre à ce nouveau concept de mobilité et proposer des innovations : ce type de fonctionnement, déjà à l'œuvre dans le secteur des télécommunications, l'est moins dans le celui de l'automobile.

Plates-formes d'interopérabilité, nouvelles alliances

Plusieurs scénarii sont envisageables, comme celui d'alliances entre les acteurs traditionnels du secteur automobile avec des sociétés du monde du service, qui permettraient de développer des offres communes ou encore des scénarii dits « ouverts », où, par exemple, les constructeurs publieraient les caractéristiques techniques d'interopérabilité de leurs produits au sein de plates-formes collaboratives intégrant des équipementiers, des spécialistes de la mobilité et aussi de nouveaux entrants, comme les constructeurs ou les sociétés de services informatiques, les SS2I, les réseaux sociaux...

Quels axes d'innovations ?

- ▶ Le secteur des TIC lié au véhicule est aussi concerné afin de créer un portail de services à bord, avec un partage plus performant entre le *on-board* et le *cloud* sur infrastructure.
- ▶ L'attractivité de ces nouveaux objets connectés passera par la mise en

place d'une relation nouvelle avec la clientèle, en particulier, celle de la génération Y, peu encline à posséder un véhicule et sensibilisée aux questions écologiques. Les équipementiers, par exemple, ont un rôle important à jouer dans l'évolution « écologique » des équipements, en apportant des innovations technologiques comme, par exemple, la climatisation solaire.

- ▶ Une stratégie de l'innovation soutenue par les pouvoirs publics en ce qui concerne la recherche fondamentale associée (batteries, matériaux...) semble indispensable et doit s'accompagner d'une réflexion sur le rôle du design (de la créativité) pour créer des produits attractifs.
- ▶ Il s'agirait de soutenir la construction des batteries en choisissant les parties de la chaîne de valeur qui sont intéressantes en matière d'emploi et de valeur, mais aussi les *joint-ventures* qui visent à proposer des services autour de la mobilité aux clients.
- ▶ Certains secteurs sont à renforcer comme celui des plastiques, des composites et de leurs transformations pour alléger les véhicules, et favoriser l'apparition de sociétés d'ingénierie dans ces domaines.
- ▶ Les véhicules hauts de gamme sont ceux qui font émerger les grands développements. Il s'agirait d'amplifier leur production tout en l'accompagnant d'une politique de l'État adaptée qui supprimerait les pénalités spéciales pour ces gammes
- ▶ Un modèle générique du véhicule permettrait d'articuler tous les services possibles et de les diversifier.
- ▶ La route intelligente est une source d'innovations et permettrait l'optimisation des infrastructures de transport par la planification par exemple des trajets.
- ▶ Bien que radicale, l'électrification de la route mérite d'être explorée. La route électrique pourrait être en effet une composante de cet écosystème pour contourner le problème de rechargement des batteries. Il s'agirait alors de créer un démonstrateur localisé en France, mais fédérant des acteurs au niveau européen sur les infrastructures électriques urbaines et/ou à longue distance, en s'appuyant sur la production d'énergie à partir de sources intermittentes adossées à de petits réacteurs et le stockage distribué et décentralisé.

La fabrication (manufacturing) du futur

La fabrication du futur repose sur le développement de l'informatique dans chacune des étapes de la chaîne conception-fabrication-distribution-maintenance (*to out-compute to out-compete*) et l'intégration de ces étapes.

La position française dans le domaine de la simulation haute-performance et sur la maquette numérique est très bonne, précisément sur les aspects logiciels et matériels. Cette position démultiplie les capacités d'innovation des entreprises et leur compétitivité.

Quels axes d'innovations ?

- ▶ L'intégration par l'informatique de la chaîne complète.
- ▶ Le nouveau prototypage virtuel des produits/procédés/services.
- ▶ La conception et la fabrication de nouveaux matériaux.
- ▶ La diversification des domaines d'application.

Par ailleurs, la France accuse un retard en matière de conception des machines du futur (machines-outil dont l'imprimante 3D). Il s'agirait d'identifier les niches autorisant un retour français dans ce secteur.

Intégration par les TIC, ruptures et opportunités technologiques

Le schéma d'intégration par les TIC tel qu'il est décrit dans la première partie constitue un levier de croissance pour les acteurs du numériques.

Quels axes d'innovation ?

- ▶ L'innovation peut porter sur l'extension des objets connectés, mais pose la question de la maîtrise de la technologie des microprocesseurs embarqués. Au-delà, l'accès à temps aux technologies électronique et optoélectronique adaptées pour la conception d'actionneurs et capteurs divers et variés est essentiel. La constitution en Europe d'écosystèmes regroupant à la fois les fabricants de semi-conducteurs associés aux concepteurs de circuits et applications est une condition de réussite. Les initiatives européennes prises autour des KETs (*Key Enabling Technologies*) sont à amplifier.

- ▶ L'absorption et l'exploitation de déluges de données (*big data*, simulation numérique) nécessite le déploiement de grandes infrastructures de traitements. L'exploitation de ces volumes de données, leur maîtrise et la capacité de la France à se différencier passera
 - ▷ par l'algorithmique et la programmation,
 - ▷ par l'architecture de supercalculateurs (atteinte de l'exaflop, architecture orientée mémoire).
- ▶ La maîtrise des infrastructures de simulation afin d'amplifier, accélérer les mécanismes d'innovation, de même que la capacité d'analyser des volumes considérables de données constituent aussi des enjeux de souveraineté.
- ▶ L'accumulation de quantités considérables de données très variées, la capacité d'en tirer des informations pertinentes – voire de falsifier ou modifier ces données – pose des problèmes essentiels de **cyber sécurité**. Au-delà, il faut établir les conditions permettant d'assurer l'intégrité des données et la confiance numérique de bout en bout.
- ▶ La capacité à disposer de volumes de données très importants doit aussi donner lieu à un foisonnement de services nouveaux comme, par exemple, l'assistance à la prévision du futur immédiat. L'ouverture par l'État de larges pans de données publiques (initiative ETALAB) est de nature à tirer en avant les applications des *big data* et à faire naître de multiples start-up.

Par ailleurs, pour des raisons physiques, les effets usuels accompagnant la miniaturisation des transistors selon la loi de Moore (augmentation de la fréquence, diminution de l'énergie consommée) s'estompent. Le parallélisme devient le moyen unique de gagner en performance. C'est une rupture fondamentale dans l'évolution de l'informatique/du numérique qui nécessite de développer un nouveau modèle de programmation impliquant à terme une refonte totale des logiciels qui remet en cause l'indépendance matériel/logiciel actuelle. Cette rupture va restructurer l'industrie mondiale et la France dispose de compétences sur une large plage de cette chaîne de valeur, unique en Europe et rare dans le monde.

Alors que les TIC apparaissent de plus en plus structurants pour les sociétés futures, la France et l'Europe affichent un déficit considérable de leur balance des paiements dans ce domaine. Les ruptures tant du marché que des technologies qui ont été évoquées constituent autant d'opportunités pour revenir dans le jeu mondial, maîtriser les technologies essentielles, recréer de l'emploi et assurer la souveraineté nécessaire.

Les plans industriels qui viennent d'être lancés par le ministère du redressement productif constituent notamment une étape importante vers l'atteinte de ces objectifs en permettant de préparer certaines des briques essentielles Il convient de maintenir ces plans dans la durée et de passer ensuite à la seconde étape nécessaire, celle du déploiement de leurs applications sous forme de systèmes innovants dans tous les secteurs concernés, comme les exemples précédents l'ont montré, pour créer les marchés correspondant au niveau français et européen tout en modernisant la société française.

7

LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES

Pierre Feillet, *membre de l'Académie des technologies*

Le métier des industries alimentaires est de transformer des produits agricoles dont les caractéristiques sont diverses et inconstantes en des aliments dont la qualité sanitaire soit garantie, la valeur nutritionnelle optimisée et diversifiée, les coûts maîtrisés, les impacts environnementaux de leurs procédés de fabrication et de distribution minimisés tout en répondant à l'attente des consommateurs pour des aliments économiques, de bonne qualité gustative et faciles à consommer.

Les industries alimentaires comptent près de 500 000 salariés. On décompte 10 000 entreprises, dont 320 emploient plus de 250 salariés. Il n'existe pas en France de très grands leaders mondiaux, à l'exception, peut-être, de Danone, classé dixième. L'agroalimentaire transforme 70 % de la production agricole française.

Le secteur a généré un excédent commercial de 9,2 milliards d'euros dont la part majeure est générée par le secteur des boissons alcoolisées. En excluant le secteur des vins et spiritueux, le solde commercial français est négatif. La part de marché de la France recule au niveau mondial alors que d'autres pays européens se maintiennent (Allemagne et Pays-Bas) et que la part des pays émergents, notamment la Chine, s'accroît. Au niveau de la compétitivité, c'est une cause entendue :

l'excédent commercial de 2012 ne peut cacher la dégringolade de la France au classement des exportateurs mondiaux de produits alimentaires. Nous voici désormais relégués à la cinquième place, alors qu'il y a à peine une décennie nous étions encore solidement ancrés à la deuxième marche du podium.

Les stratégies employées par les grandes entreprises depuis plusieurs années consistent à simplifier le portefeuille de produits et à les sophistiquer, à s'implanter dans les pays à potentiel de pouvoir d'achat et à répartir les activités fonctionnelles (recherche, ressources humaines, informatique, finance) selon le rapport coûts/avantages des différents pays.

Le manque de visibilité dont souffrent aujourd'hui nombre d'entreprises n'est que la traduction de l'absence de vision collective pour l'ensemble de la filière. La qualité gustative et la sécurité sanitaire sont pourtant une force partagée des produits des industries alimentaires françaises

L'alimentation est souvent considérée comme l'un des postes sacrifiés dans le budget des Français. Et il est vrai qu'ils ne consacrent plus que 13,6% de leurs revenus à leurs achats alimentaires (boissons alcoolisées et restauration hors domicile exclus). Cette chute est due à l'accroissement de leurs revenus : quand elles sont exprimées en euros, les dépenses ne font qu'augmenter. Le contenu de nos assiettes ne changera qu'à la marge car toutes les études montrent que le comportement alimentaire des français évolue peu. Par contre, les modes de production des aliments, de la semence à la cuisine, sont en constante évolution sous l'effet de l'accès à de nouvelles connaissances et de nouvelles technologies.

Les industries alimentaires sont par nature pluri-technologies : génie des procédés, biotechnologies, science des aliments, nutrition, toxicologie ... C'est à la fois leur richesse et leur faiblesse. Elles sont placées en « tenaille » entre l'agriculture et la grande distribution, sous l'œil de plus en plus vigilant de consommateurs qui ne savent plus d'où viennent leurs aliments et comment ils sont fabriqués.

On sait que les aliments remplissent des fonctions biologique (nous nourrir), culturelle (nous faire plaisir, nous réunir) et sociétale (se nourrir sans porter atteinte à l'environnement et sans priver les autres peuples de nourriture). Les entreprises doivent chercher à satisfaire au mieux ces trois fonctions : elles doivent garantir une alimentation sûre (absence de produits toxiques et d'organismes pathogènes), saine (bonne pour la santé), apportant plaisir et convivialité, facile à acheter, à conserver et à préparer (nous avons moins de temps à consacrer à la préparation des repas), à faible impact environnemental négatif.

Des retards en France. Pourquoi ?

L'analyse met en évidence cinq facteurs :

- ▶ la faiblesse de la recherche/développement et la primauté de l'innovation marketing sur l'innovation technologique ;
- ▶ le manque d'investissements ;
- ▶ une grande distribution qui fait baisser les marges des entreprises et étrangle les « petits » ;
- ▶ des consommateurs qui craignent les innovations techniques ;
- ▶ le poids des réglementations qui, en Europe, prennent en compte les conditions de production alors qu'aux Etats-Unis et souvent ailleurs, peu importe les procédés si l'aliment est sain.

Pendant longtemps, l'industrie alimentaire a bénéficié de la proximité de ses approvisionnements grâce aux performances de l'agriculture française. Cela est moins le cas aujourd'hui. Agriculteurs, industriels et distributeurs sont trop souvent en situation de concurrence alors que tous gagneraient à mettre sur la table leurs intérêts communs qui sont de proposer aux consommateurs des produits bons pour la santé, inoffensifs, d'usage facile et agréables à consommer. Cette vision commune est malheureusement très affectée par la question très sensible de la fixation des prix.

Toutes les entreprises sont concernées. Mais l'absence d'innovation de rupture – très peu nombreuses dans l'industrie alimentaire – n'est pas le propre de l'industrie alimentaire française. On l'a vu, le secteur est très hétérogène incluant de grands groupes internationaux et de très petites PME peu innovantes (et dans l'incapacité d'innover), sauf très rares exceptions. Les entreprises de taille intermédiaires sont souvent plus imaginatives que les grands groupes.

L'industrie alimentaire est mal perçue par les consommateurs (leurs clients en fin de chaîne).

Par ailleurs, elle bénéficie peu des aides à la recherche industrielle et du financement de grands programmes technologiques car ses entreprises ne peuvent guère avoir accès à des aides significatives autrement qu'au travers de « petits programmes ».

Des pistes pour demain

Il ne faut pas croire que, demain, nous nous nourrirons de pilules ou d'insectes.

Il faut aider les ETI et les PME à exporter en privilégiant trois voies : soutenir la croissance des plus innovantes en les aidant à atteindre la taille requise pour exporter significativement leurs produits ; aider les ETI et les PME à s'approprier les progrès du génie logistique ; aider les ETI et les PME à exporter des produits marqués du sceau de la « gastronomie française », leur donnant ainsi une très bonne image qualitative, tout en adaptant leurs propriétés sensorielles aux habitudes alimentaires des pays importateurs. Cette action doit être décentralisée au niveau régional.

Les centres techniques, coordonnés par l'Actia (association des centres techniques de l'industrie alimentaire) ont fait preuve de leur efficacité et doivent soutenir cette politique. Malheureusement, les collaborations recherche publique/centres techniques/entreprises sont souvent perturbées en Région par des visions plus politiques qu'industrielles de la part des responsables politiques locaux.

Le progrès technique permettra d'améliorer la compétitivité des entreprises, aidera à garantir une meilleure qualité des aliments (santé, sécurité sanitaire, facilité d'usage ...). Biotechnologies, nanotechnologies (emballages) et nouvelles technologies d'information et de communication sont à l'œuvre dans l'industrie alimentaire :

- ▶ une révolution est en route, celle de la nutrition avec les connaissances nouvelles en cours de prospection sur les interactions entre la nature, l'expression de notre génome et notre alimentation, ainsi que sur le rôle des microorganismes de notre intestin (le « microbiote »). La conception d'aliments à effets physiologiques spécifiques (des aliments-santé) devrait de ce fait être assez profondément modifiée. C'est un cap à ne pas rater. Les industriels ont besoin d'une aide de l'état spécifique sur ce thème (via des collaborations avec la recherche académique) ;
- ▶ les industries alimentaires peuvent se mobiliser sur un grand projet collectif : concevoir des usines économes (en énergie, en eau et en matières premières), valorisant ses déchets et diminuant les pertes. Elles doivent rechercher tout au long de la chaîne de valeur la réduction à la source des consommations d'eau, d'énergie, de matières premières et d'emballages, en gérant notamment la variabilité des matières premières ; le meilleur

recyclage de ces intrants ; la valorisation des coproduits *in situ* ou pour d'autres utilisations ; la récupération d'énergie et la valorisation d'éventuels surplus énergétiques ; la gestion des déchets, des effluents, des graisses et des boues ; la limitation de tous les transferts de polluants dans les milieux eau-sol-air ; des moyens de transports sobres en énergie et respectueux de l'environnement. Cette approche intégrant la préservation de la qualité globale des produits, les exigences environnementales et l'optimisation de la performance industrielle recouvre le concept d' « industrie économe » qui semble pertinent du double point de vue des économies concrètement envisageables et d'une approche pragmatique du développement durable. Sa mise en œuvre suppose de surmonter une difficulté spécifique aux industries alimentaires, celle de concilier qualité sanitaire des aliments et conception de chaînes de production plus économes ;

- ▶ avec les NTIC, la distribution pourrait évoluer : commande par internet et livraison à domicile (camionnette électrique) pour les aliments moyenne et longue conservation, magasin de proximité pour les denrées périssables (fruits, légumes, viande...).

Un frein très puissant est le faible attrait, voire le refus, des nouvelles technologies par les consommateurs dans le domaine alimentaire. Pour surmonter cet obstacle, l'industrie devrait communiquer davantage sur les technologies qu'elle met en œuvre et arrêter de vouloir faire croire aux consommateurs qu'elle fabrique nos aliments comme « autrefois » en surfant sur le caractère « naturel » de leur production.

La France possède deux éléments de différenciation positive :

- ▶ son image dans le monde en terme de qualité « plaisir » de son alimentation ;
- ▶ la solidité de son système de contrôle de la qualité sanitaire des aliments.

Mais l'exemple du vin montre que d'autres pays sont capables de produire des vins de très bonne qualité qui occupent une place croissante sur les marchés internationaux. Ce n'est pas parce que la France a fait inscrire « le repas à la française » au patrimoine (immatériel) de l'humanité que nous pourrions maintenir nos positions.

Communication à l'Académie des technologies

La renaissance de l'industrie - recueil d'analyses spécifiques

8

LE SECTEUR DE LA CONSTRUCTION : UNE INDUSTRIALISATION INCONTOURNABLE POUR TROIS ENJEUX MAJEURS

Yves Farge et Bernard Decomps,
membres de l'Académie des technologies

Les logements à construire

Avec 32 millions de logements pour 64 millions d'habitants, et un taux de renouvellement de 1 % par an, ce qui implique de construire quelques 6,5 millions logements neufs en 20 ans et pour héberger la croissance de la population estimée à 5 millions au cours de la période, soit un minimum de 2,5 millions de logements supplémentaires, on arrive à un total « sûr » de 9 millions, auxquels il faudrait adjoindre les effets d'autres éléments comme la diminution continue de la taille des foyers, (familles recomposées, etc.) et les migrations des campagnes vers les villes, du nord vers le sud, etc. On s'achemine ainsi vers **une estimation de 10 millions de logements neufs en 20 ans**, d'où un effort gigantesque à prévoir sur toute la période. L'enjeu est majeur : avec un prix moyen du logement en 2013 estimé à 220 000 €, sans les

innovations escomptées, c'est plus de 2000 milliards d'euros qu'il faudrait investir sur la période ! S'il est indispensable de travailler sur l'innovation technique pour faire baisser les coûts, il est aussi essentiel de travailler sur l'innovation financière pour résoudre cette équation : dissociation de la propriété du terrain de celle du bâti, fiscalité foncière moderne à l'image des autres pays de l'OCDE, etc.

Les logements à rénover

Une très grande partie de l'habitat existant doit faire l'objet de rénovations poussées, en particulier thermique. La rénovation est un levier majeur pour réduire la consommation d'énergie du pays, dont les bâtiments représentent environ 44 %. Cette rénovation étalée sur 20 ans, correspondrait à un chiffre d'affaires de l'ordre de 1 000 milliards d'euros supplémentaires, là aussi l'innovation technique est indispensable pour maîtriser ces dépenses.

Une étape de rationalisation dans l'urbanisme : les écoquartiers

Associant étroitement les habitants au cercle vertueux de l'industrialisation, les smartgrids et microgrids des écoquartiers offrent une nouvelle opportunité de réduire la consommation d'énergie, tout en induisant de nouveaux éléments de confort, de vie associative et de citoyenneté.

Une industrialisation incontournable, préalable à un changement radical des pratiques de la construction et de l'accès au confort dans l'immobilier

Ces objectifs quantitatifs sont inenvisageables en dehors d'une industrialisation croissante concernant la fabrication des composants et l'assemblage rapide sur place des systèmes préfabriqués. Le coût des logements en France a doublé en 20 ans en raison d'une pénurie de l'offre, d'une flambée du foncier, d'une accumulation de normes dont les coûts n'ont pas été préalablement évalués et d'un processus séquentiel de construction très onéreux ; le logement est presque deux fois moins cher en Allemagne !

L'industrialisation dans la construction neuve et la rénovation

Dans des contextes industriels comparables, différentes filières, confrontées à la nécessité d'accroître le rythme de la production et de mieux répondre aux attentes de la clientèle par une différenciation des produits tout en réduisant les coûts de

conception, de réalisation et de maintenance, se sont tournées vers des modèles coopératifs qui s'articulent autour d'un logiciel qui garantit la cohérence de tous les prestataires et la qualification du produit. Il en est ainsi de l'industrie aéronautique et de l'industrie automobile. Il est naturel de songer à une transposition de ce type d'organisation pour concevoir une industrialisation de la construction. À la différence des précurseurs dont elle s'inspire, l'industrialisation de la construction implique des pratiques d'ingénierie concourante associant des métiers très différents. Pour ces derniers, elle est porteuse de changements considérables annonçant des résistances fortes qui impliquent une pédagogie adaptée et un investissement de formation. Elle est déjà plus avancée dans les constructions en bois.

Dans la construction neuve

L'industrialisation mobilise quatre composantes de la construction, généralement portées par des acteurs différents :

- ▶ la maquette numérique BIM pour *Building Information Modelling* : la première série d'innovations se rapporte aux logiciels informatiques 3D que doivent s'approprier tous les intervenants de la conception du projet et de sa validation, ainsi que ceux qui contribuent à chacune des étapes de sa réalisation, y compris les monteurs de composants fabriqués en usine. Dans son principe, ce logiciel pourrait également servir de support à la commercialisation, puis à la maintenance du bâtiment ;
- ▶ les composants : une seconde série d'innovations concerne l'identification et la fabrication en usine de composants élémentaires, puis d'ensembles plus complexes destinés à être montés sur le site après leur transport, éventuellement en convoi exceptionnel ;
- ▶ l'assemblage sur site : une troisième série concerne l'assemblage. Le matériau bois paraît bien adapté pour des raisons de dimensionnement des composants élémentaires et bénéficie de techniques d'assemblage très rapides qui s'inspirent du jeu de Lego. Les terres cuites font une entrée remarquée. Les matériaux plus classiques, briques ou bétons, requièrent une phase de premier assemblage en usine pour produire des composants de la taille d'une pièce et dont le transport sur site implique un convoi exceptionnel ;
- ▶ les composants électroniques : la dernière série d'innovations porte sur les composants électroniques développés en domotique. La durée de vie

de ces équipements dépassant rarement la décennie, il est impératif de prévoir leur remplacement à différentes échéances de la vie du bâtiment. Il faut donc préfigurer un repérage facile de la localisation des composants dans le bâtiment et afficher les normes techniques à respecter.

Les bâtiments de plus en plus « intelligents »

Si le moteur de l'industrialisation est la baisse des prix de la construction, les avantages sont aussi attendus dans le domaine du confort et de la garantie de ce confort dans la durée.

Les composants et systèmes du bâtiment sont de plus en plus « dynamiques » et interagissent de plus en plus les uns avec les autres, qu'il s'agisse de la gestion du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité, de la maintenance, etc. C'est dans ce domaine que le « Web des objets » devrait se développer le plus rapidement. Il y a là un vaste domaine avec des places à prendre en s'appuyant sur les protocoles mondiaux (du type IP) et des composants de base de très faible coût comme les CCD, les systèmes de transmission (Wifi, courant porteur etc.). Les entreprises qui réussiront dans ce domaine seront celles qui offriront le meilleur service au meilleur prix et qui auront résisté à la tentation de développer des systèmes propriétaires (pour une protection illusoire) avec des coûts rédhibitoires.

La rénovation des bâtiments

Le sujet est beaucoup plus difficile, mais des progrès très significatifs sont déjà observables à partir de nombreuses expériences avec, comme précédemment, un apport significatif des technologies, qu'il s'agisse de diagnostic, de matériaux, de composants et, bien entendu, de l'intelligence distribuée dans le bâtiment. Il reste cependant encore un long chemin à parcourir pour atteindre ces objectifs, mais l'enjeu est à la mesure des efforts à réaliser.

Une étape de rationalisation dans l'habitat urbain

Une gestion locale de la consommation et de la production de l'énergie pour consommer moins et mieux

Il existe aujourd'hui en France des bâtiments de nouvelle génération, BCC, à « énergie positive », autonomes. Outre une conception bioclimatique, ces bâtiments

sont dotés d'un logiciel qui pilote en permanence les consommations et les productions d'énergie à partir de ressources locales renouvelables, intermittentes ou non (géothermie, panneaux solaires thermiques et photovoltaïques, biomasse, etc.). Rappelons qu'en 2020 les nouvelles constructions devraient être en énergie positive. Consommer moins d'énergie et mieux est donc possible, avec une diminution des consommations d'un facteur de 10 à 50 %. Il faut, et c'est le plus difficile, que les prix soient maîtrisés.

Des projets sont en cours de réalisation sur le territoire pour aller plus loin.

- ▶ Le démonstrateur : citons le projet de démonstrateur destiné à optimiser l'utilisation de l'énergie électrique au niveau d'un quartier (ISSYGRID, 2011) qui concentre à la fois des bureaux et des logements et donc des usages différents ainsi que des moyens de stockage de l'énergie (batteries, etc.). Ce démonstrateur intègre la production locale d'énergies renouvelables dans les bâtiments. Il tire aussi parti de la mixité des usages pour mieux consommer (au bon moment) l'énergie. Un bâtiment de bureaux, par exemple, ne consomme pas l'énergie au même moment que les logements. Il s'agit alors de connaître les besoins et les dépenses énergétiques des différents bâtiments. Des outils de gestion locale de la consommation et de la production d'énergie ont donc été mis en place. Il s'agit de microgrids qui associent l'énergie à un certain nombre de métadonnées concernant les sources, (leur nature et leurs caractéristiques) et la connaissance fine et actualisée des consommations au niveau des bâtiments et du quartier. Ces outils permettent ainsi de suivre précisément en temps réel les informations relatives à la consommation d'énergie, au stockage d'électricité et à la production locale d'énergie de chaque bâtiment et d'ajuster l'ensemble. Ces « microgrids » sont en interaction avec le « smartgrid » national.
- ▶ L'écoquartier : ce démonstrateur évoluera progressivement pour élargir les stratégies de gestion des ressources, telles que l'effacement de consommation, en accord avec le gestionnaire du réseau électrique national. Ces réalisations, abouties et en cours donnent progressivement corps au concept d'écoquartiers qui seront une composante de la ville de demain.

De l'écoquartier à une nouvelle gestion de l'énergie sur le territoire national

En élargissant aux urbanistes la palette des corps de métiers associés à l'industrialisation de la construction, le concept d'écoquartiers vise à créer et installer de nouvelles formes d'aménagements urbains. Il concentre des usages différents (logements, bureaux, commerces, lieux publics) et combine pour chacun d'eux des dimensions de qualité de vie, de technologies et de développement durable. Sur le plan énergétique, ces écoquartiers seront capables de produire de l'énergie électrique à partir de ressources locales renouvelables, intermittentes ou non (géothermie, panneaux solaires thermiques et photovoltaïques, biomasse, etc.), de la consommer, mais d'en consommer moins et mieux en tirant parti de la mixité des usages. Cette énergie pourra être mutualisée pour optimiser la gestion locale de l'offre et de la demande. Leur capacité à produire/stocker/consommer de l'énergie sera une variable ajustable dans la gestion globale (à l'échelle du territoire) de l'énergie. Cette gestion globale et locale de l'énergie portera sur l'optimisation à la fois de la consommation et de la production en choisissant différentes stratégies (stockage, l'effacement ou le décalage dans le temps de la consommation). Ceci sera rendu possible grâce aux « smartgrids » dont l'architecture comportera plusieurs niveaux, locaux et nationaux.

La déclinaison des échelles spatiales

Au plan local, on parle de *microgrids* qui comportent deux niveaux : un premier niveau pour le résidentiel, l'industriel/commercial et un niveau au-dessus, pour les quartiers ou les cités. Ce sera généralement l'architecture des réseaux de campus, d'écoquartiers et d'écocités]. Au niveau du pays on trouvera les *smartgrids* nationaux qui seront les réseaux intelligents des grands opérateurs d'énergie et qui dialogueront avec les réseaux des quartiers/cités beaucoup plus efficacement qu'avec un client final d'aujourd'hui.

Un développement d'ensembles intelligents, source de progrès dans le confort, mais également dans la vie associative et citoyenne

Le développement de tels ensembles intelligents sera source d'innovations (technologiques, services, usages). Il peut s'appuyer sur un savoir-faire français qui regroupe des acteurs industriels majeurs : ALSTOM, BOUYGUES IMMOBILIER, BOUYGUES TELECOM, EDF, ERDF, ETDE, SCHNEIDER ELECTRIC, STERIA et TOTAL et des start-up (EMBIX, IJENKO, NAVIDIS SEVIL).

Déjà enregistré dans les quartiers rénovés, le développement de tels ensembles est porteur d'innovations dans le confort des habitations, mais également de progrès dans les mouvements associatifs et citoyens. Encore faudrait-il, pour en tirer le bénéfice, associer les habitants des zones géographiques concernées dans les cercles de plus en plus larges de l'ingénierie concourante.

Le positionnement du secteur productif national

Il faut rattraper un certain retard dans la mobilisation de l'ensemble des entreprises

En dépit de son expérience dans l'automobile et l'aéronautique, la France est partie dans l'aventure des logiciels destinés à la coordination avec un certain retard et découvre aujourd'hui que la transposition de logiciels existants est plus complexe que prévu. Note d'espoir, des alliances se dessinent entre les concepteurs de logiciels et quelques grandes entreprises de BTP.

En bref, les grandes entreprises françaises du BTP – notamment les plus grandes – disposent de compétences largement suffisantes pour engager le processus, avec des chances très sérieuses de figurer dans le palmarès mondial à échéance de dix ou quinze ans, à la condition expresse de trouver des partenaires – entreprises locales de construction, architectes, services administratifs de délivrance des permis de construire, agences de vente et de location, clients potentiels – pour que la nouvelle industrialisation de la construction prenne son essor et se mette au niveau de productivité attendu et nécessaire.

Pour le moment, les conditions ne semblent pas réunies : aux réticences (naturelles) de la profession des architectes, il faut prendre en compte l'opposition à peine voilée des organisations professionnelles qui redoutent une concurrence par les prix à laquelle leurs adhérents auraient du mal à résister faute de réunir des compétences techniques suffisantes en leur sein.

Il faut également revoir de nombreux aspects législatifs et réglementaires

La prise en masse de l'industrialisation nécessite de revoir de nombreux aspects réglementaires. En préalable à toute modification des textes existants, il est impératif et urgent de s'atteler à une réduction drastique de ces documents

interminables qui freinent de manière indiscutable le déploiement des activités dans un pan majeur de l'économie nationale. En parallèle, il convient d'examiner soigneusement le processus conduisant à l'inflation législative et réglementaire, condition indispensable pour la maîtriser. Pour plagier Agatha Christie, il faut rechercher à qui le crime profite !

Dans ce contexte, la prise en compte dans la réglementation des innovations technologiques évoquées dans ce chapitre n'est pas faite pour simplifier la tâche. Or, il faudrait, à titre d'exemple, rendre possible l'autoconsommation de l'énergie électrique. Dans la même veine, des mesures incitatives devraient également être mises en place pour favoriser de nouveaux modes de consommation (report de consommation, effacement, de stockage par exemple).

9

LES TEXTILES TECHNIQUES

Pascal Morand, *membre de l'Académie des technologies*

La notion de textile technique renvoie à des textiles présentant des innovations apportées par :

- ▶ les matériaux utilisés (ex : fibres de carbone) ;
- ▶ les procédés de fabrication : tricotage 3D, non tissés, greffage de molécules sur la surface d'une étoffe, non tissés, matériaux composites ;
- ▶ les produits eux-mêmes (vêtements communicants, implants chirurgicaux à base de textiles).

Les innovations sont liées autant aux évolutions purement technologiques qu'à celles des organisations s'appuyant sur la synergie de compétences variées : physique, mécanique, informatique, chimie, biologie.

À l'échelle mondiale, les données économiques sont les suivantes :

	CA annuel mondial en milliards de dollars (Md\$)	Production annuelle mondiale en millions de tonnes (Mt)	Taux de croissance annuel
Marché des textiles techniques	135 Md\$	26 Mt	3,3%
dont le marché des non-tissés	29 Md\$	8,2 Mt	6,7%
Marché des composites	85 Md\$	9,2 Mt	6%

Sources : Transparency Market Research, INDA, EDANA, JEC, nova-Institute, PFA

En France, d'après l'Observatoire des textiles techniques (qui se situe dans le cadre de l'Institut français de la mode), on comptait en 2012 de l'ordre de 400 entreprises pour un chiffre d'affaires de l'ordre de 5 milliards d'euros, 25 000 salariés et un taux d'exportation de 33 %. La position concurrentielle de la France est intermédiaire : l'Allemagne domine en Europe ; le Japon et les États-Unis, voire la Corée, sont très en pointe sur certaines technologies (chimie, smart textiles) et la Chine progresse vite.

En première analyse, les textiles techniques sont une composante de la filière textile, qui représente de l'ordre de 45 % des débouchés du textile, contre un tiers il y a une décennie, si l'on inclut tous les acteurs ayant une offre de textiles techniques (dont des non spécialistes textiles comme par exemple des papetiers pour les non tissés ou des laboratoires pharmaceutiques pour le médical...). Mais la notion de filière est en fait inadaptée : la filière est historiquement liée à l'habillement et il y a donc risque d'enfermement (sachant qu'il est beaucoup plus parlant s'agissant de l'habillement de l'intégrer dans le système transversal de la mode, faute de quoi il peut également pâtir d'une autre forme d'enfermement). On assiste à une utilisation croissante du textile dans de nombreux secteurs industriels – transports, santé, bâtiment – pour ses performances techniques (légèreté, souplesse, résistance...) et ses propriétés fonctionnelles (exemple : protection thermique)

Notons par ailleurs que la croissance économique des textiles est liée à un grand besoin sociétal et à l'évolution rapide des modes de vie, donnant lieu à une baisse de la consommation d'énergie (transports, habitat), à une modularité des espaces, au vieillissement des populations, à la protection des personnes, à la personnalisation des produits.

Le déficit de compétitivité de l'industrie française

L'industrie française souffre d'un déficit de compétitivité, provenant notamment de ce que la filière textile française a été poussée dès le milieu des années 80 par la distribution d'habillement du *mass market*, vers une stratégie de volume et de baisse des prix. Ceci a conduit à un démantèlement des unités intégrées « filature-tissage-ennoblissement » et à la montée en puissance de la sous-traitance organisée au sein de la filière (les ennoblisseurs sous-traitant notamment aux tisseurs) encouragée par les distributeurs et les marques réalisant leur propre design.

Le virage vers les textiles techniques s'est effectué tardivement, après la disparition des quotas textiles et l'envolée des importations chinoises (2005). Beaucoup d'entreprises n'avaient plus alors les ressources financières nécessaires pour investir, ni les ressources humaines pour assurer les services, le respect des délais et la constance de qualité indispensables pour répondre aux cahiers des charges des utilisateurs de textiles techniques. Un sursaut est apparu depuis environ trois ans.

Ce retard concerne les grands groupes français qu'il s'agisse du textile, où ils ont certes quasiment disparu, de l'automobile ou de la pharmacie ; en revanche, d'autres grands groupes utilisateurs en amont (EADS, L'Oréal, Saint-Gobain ...) sont en pointe. Le retard concerne également les ETI, dans ce domaine comme ailleurs trop peu nombreuses en France, avec quelques fleurons toutefois (ex : Thuasne en textile médical). S'agissant des PME, la situation est variable, avec certaines pépites, mais des manques de moyens. On trouve quelques start-up très innovantes sur des niches, se faisant cependant parfois racheter par des groupes internationaux, ce qui peut donner lieu à terme à un risque accru de délocalisation des productions et de perte de compétences.

Si ce retard n'est pas comblé, la France manquera la « troisième révolution textile » et les grands clients actuels et potentiels des textiles techniques français

sécuriseront leurs approvisionnements auprès de fournisseurs étrangers, avec donc une hausse des importations et un risque évident de cercle vicieux.

Des actions correctrices apportent toutefois une nouvelle dynamique : pôles de compétitivité, clubs d'entreprises, Centre européen des textiles innovants (CETI), programmes européens de R&D, intérêt croissant des laboratoires de recherche, redynamisation des Écoles d'ingénieurs textiles (ENSAIT à Roubaix), sensibilisation du grand public (exposition Futurotextiles, intérêt des médias), salon CITEXT Europe à Troyes, prix international Théophile Legrand de l'innovation textile (2007).

Ainsi, on assiste à une montée en puissance des textiles techniques depuis la fin des années 2000. Entre 2002 et 2012, l'évolution des aides à l'innovation dans le secteur textile, accordées sous forme d'avances remboursables et de prêts à taux zéro, révèle un doublement des projets soutenus (de 51 à 96), pour un montant passant de 6,8 millions d'euros à 9,4 (source Oseo). Il faut poursuivre cet objectif de rattrapage et se fixer un objectif de progression de 40 % du CA à l'horizon 2020.

Ceci suppose de : poursuivre (avec certains ajustements) l'essentiel des actions en cours ; favoriser le passage de « l'idée » au produit dans les PME ; apporter une aide au financement de la phase d'industrialisation, un appui marketing ; contribuer à la recherche de débouchés en France et à l'export ; impliquer les designers dans l'utilisation des matériaux innovants (mobilisation des écoles de mode et de design) ; rendre possible des financements d'entreprises sur des projets collectifs interrégionaux et éviter la multiplication des projets régionaux concurrents (exemple de la filière chanvre pour la fabrication de produits composites et d'isolation) ; pérenniser l'existence et clarifier les missions de l'IFTH (Institut français du textile habillement) quant à la normalisation, au transfert de technologies, à la veille et à la formation.

Sur un autre plan, la question de l'impact des nanotechnologies est cruciale.

La vitesse de réaction est un élément majeur et est contrariée par deux freins : dans les PME, un manque de ressources et, surtout de « croyance » en l'avenir, de punch ; dans les grands groupes clients, protection des « avantages » acquis et des stratégies mises en place (industrie automobile, leaders français de la construction, industrie pharmaceutique ...). Quant à la recherche publique, elle est suffisante en regard des montants engagés, mais se pose la question de l'affectation, en raison d'une lisibilité parfois insuffisante, de la concurrence de certaines aides et d'une mobilisation des acteurs qui peut laisser à désirer.

Quels nouveaux usages et besoins ?

Chacun des principaux marchés des textiles techniques sera concerné par de nouveaux besoins/usages, dont il est très difficile aujourd'hui de quantifier les potentiels à l'horizon 2025.

Le tableau ci-dessous n'a rien d'exhaustif :

Marchés	Nouveaux besoins / usages	Freins à lever	Potentiel
Bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Indépendance énergétique : isolation à base de textiles recyclés, stores photovoltaïques, toiles fonctionnalisées réagissant à la température extérieure. ▶ Modularité des espaces (cloisons textiles isolantes et antibruit facilement déplaçables). ▶ Détection et traitement des pollutions extérieures et intérieures (filtres, textiles dépolluants). ▶ Constructions légères, mobiles, fonctionnalisées, produisant et stockant de l'énergie (catastrophes naturelles, populations déplacées, sans-abri). 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Lobbying des grands bétonniers et verriers. ▶ Atomisation et force des habitudes (PME et artisans du bâtiment). ▶ Coûts élevés (nécessité d'industrialiser les processus). 	+++
Mobilier / décoration	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Modularité, changement d'usage : grandes plates-formes souples multi-usages (se reposer, dormir, ranger...). ▶ Murs écrans textiles changeant de couleur, affichant des informations. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Faible intérêt des grandes enseignes de distribution (peu d'emplois des designers). ▶ Dépenses des ménages limitées. 	+

Marchés	Nouveaux besoins / usages	Freins à lever	Potentiel
Transports	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Voiture consommant moins de 2 litres au 100, conjuguant légèreté et résistance aux chocs (structure/châssis à base de composites fibres de carbone ou kevlar développés dans l'aéronautique, réservoirs souples ...). ▶ Sécurité (airbags 2 roues, airbags piéton à l'avant des voitures, sièges détectant l'endormissement/l'activité cardiaque du conducteur ...). ▶ Personnalisation de l'intérieur des véhicules (textiles à changement de couleur, textiles éclairants ...). ▶ Développement de la location : intérieur textile autonettoyant. ▶ Voiture électrique : textiles intégrant des cellules photovoltaïques utilisés dans le toit et la carrosserie. ▶ Dirigeables pour le fret, dirigeables stratosphériques (relais de télécommunications). 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Coûts (peu compatibles avec les gammes low-cost), à mettre en regard avec le gain de consommation au kilomètre parcouru. 	++
Santé	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Développement de la médecine préventive et de l'autodiagnostic (vêtements et pansements intégrant des capteurs ...). ▶ Vieillesse de la population et maintien des personnes âgées à domicile : lits/matelas/fauteuils adaptés à chaque handicap, exosquelettes, sols détectant les chutes ... ▶ Texticaments (micro encapsulation de substances dans les textiles). ▶ Ingénierie cellulaire : biotextiles (implants biocompatibles, résorbables), peau et organes artificiels (quelle échelle de temps ?). 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Temps long de mise sur le marché. ▶ Financement des systèmes de santé. 	++

Marchés	Nouveaux besoins / usages	Freins à lever	Potentiel
Habillement	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Vêtements actifs (ajout de fonctions par greffage, micro-encapsulation). ▶ Vêtements communicants : transmission d'informations sans contact, intégration de capteurs, affichage. ▶ Vêtements et accessoires produisant, stockant et rediffusant de l'énergie. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Tenue au lavage, traitements chimiques et développement durable, recyclage éléments électroniques. 	+

Selon les marchés, les anciens et nouveaux usages cohabiteront plus ou moins longtemps (durée de vie des produits différente dans le bâtiment, l'automobile ou l'aéronautique ...). Les principaux domaines de recherche / technologies concernés sont :

- ▶ la chimie macromoléculaire : polymères réactifs, fibres composites ...
- ▶ les nanotechnologies (nanofibres, nano-enduction, traitements de surface ...);
- ▶ les microsystèmes électroniques (capteurs, actionneurs, polymères conductifs);
- ▶ les techniques de production avancées (impression 3 D, plasma/laser);
- ▶ ...

On peut déceler quelques verrous :

- ▶ la difficulté de faire développer de nouvelles molécules par les grands acteurs de la chimie, pour des marchés de niche et sous la contrainte de la directive Reach;
- ▶ les craintes quant aux conséquences des nanotechnologies sur la santé des consommateurs (innocuité à démontrer);
- ▶ la difficulté de recyclage des smart-textiles.

Comment développer et commercialiser ces nouveaux usages ?

La France compte nombre d'acteurs industriels susceptibles de développer de nouveaux usages, qui ne seront pas nécessairement les acteurs du textile. Ces « progrès » pourront requérir de maîtriser différents types de cultures et compétences. Ainsi, on peut s'attendre à ce que les textiles intelligents destinés au

vêtement soient conçus et développés par des acteurs non textiles, mais il sera pour autant indispensable de maîtriser les codes de la mode pour en faire un succès.

La France dispose de nombre d'atouts de différenciation ; Grandes Écoles d'ingénieurs (chimie, textile, biologie, électronique ...) ; laboratoires de recherche de haut niveau ; pôles de compétitivité ; tissu de PME, start-up, filiales de grands groupes globalisés ; compétence de design et de mode. Mais la concurrence sera rude et rien n'est acquis.

Aussi importe-il de mettre en œuvre une politique industrielle volontariste, de laisser s'épanouir les initiatives tout en prenant garde aux « concurrences » régionales, de donner au design la place requise pour imaginer et concevoir de nouveaux usages et produits.

10

LES PETITS RÉACTEURS NUCLÉAIRES MODULAIRES (SMR)

Alain Bugat, vice-président de l'Académie des technologies

Il s'agit de concevoir des petits réacteurs nucléaires (typiquement de puissance comprise entre 150 et 200 MWe) dont la construction peut être effectuée en grande partie (modules) ou en totalité en usine dans le pays d'origine, contribuant ainsi à la création principale de nombreux emplois dans ce pays et non dans le pays d'installation comme pour les grands réacteurs ; ainsi le projet français Flexblue pourrait créer plus de 20 000 emplois en France à l'horizon 2025. Trois types de SMR sont aujourd'hui étudiés avec des moyens importants : terrestre (États-Unis, Japon, Corée, Chine), sur barge (Russie), immergé (projet Flexblue de DCNS). Ces projets concerneront donc la filière nucléaire, mais aussi dans les cas de DCNS et russe, la filière construction navale.

Ce sont des systèmes de production d'énergie décarbonée, de sureté encore accrue et bien adaptés à des zones isolées ou à des pays en développement.

La France a pris quelques années de retard, car les deux leaders du nucléaire français (EDF et AREVA) n'en font pas une priorité de leur stratégie. C'est un nouvel acteur (DCNS) qui se lance avec conviction depuis trois ans.

Un risque important existe si le retard français perdure ou, pire, se creuse. En effet, l'expérience a montré que le premier qui ouvre le marché en contrôlera vraisemblablement par la suite, et de manière durable, une part essentielle (cf. Westinghouse pour les Réacteurs REP).

Deux actions correctrices sont en cours :

- ▶ l'une collective : la constitution d'un groupe de travail (GT-SMR) regroupant les quatre acteurs français concernés (EDF, AREVA, CEA, DCNS) devrait se prolonger par la proposition d'un projet de réacteur terrestre ; elle manque cependant de dynamique et son horizon de temps est lointain (2028) ;
- ▶ l'autre très dynamique : le projet de petit réacteur immergé Flexblue de DCNS. Un partenariat spécifique était en cours de montage pour le développer avec un financement demandé au CGIA et un objectif pertinent en termes de *time to market*, mais la priorité « politique » semble avoir été donnée au GT/SMR.

Il apparaît possible de rattraper le retard en visant l'entrée en service d'un premier du genre vers 2022/2024 sur un site français – métropole ou DOM-COM.

Pour cela trois actions apparaissent souhaitables :

- ▶ indiquer au plus niveau politique l'intérêt de l'État pour le projet Flexblue en parallèle au projet terrestre et laisser DCNS trouver les partenariats adaptés – y compris étrangers – pour monter son consortium en 2014 ;
- ▶ mettre en place le dialogue avec l'Autorité de sûreté nucléaire pour obtenir une certification de la conception en 2017/2018 ;
- ▶ attribuer un financement public pour commencer sans tarder les études d'ingénierie (*Basic Design* et *Detailed Design*) ;
- ▶ La vitesse de réaction est dans ce cas un élément majeur. Il y a de nombreux SMR en cours d'études dans les grands pays nucléaires, et plusieurs plus avancés que le projet DCNS ;
- ▶ L'apport de la R&D publique, en l'occurrence le CEA sera probablement nécessaire.

Nouveaux usages

La gamme d'énergie des SMR (150 à 200 MWe) les positionne *a priori* sur de nouveaux usages en terme de production d'énergie : réseaux électriques de faible capacité, îles et régions isolées, mais aussi usages par de grands industriels ou

groupements d'industriels (offshore pétrolier ou gazier, grandes bases militaires, cimenteries, etc.). Ils peuvent aussi être utilisés en « ferme » pour remplacer un gros réacteur.

Les études de marché faites par DCNS et le GT-SMR conduisent à une estimation d'environ 200 modules de 160 MWe entrant en service dans le monde entre 2022 et 2030, pour un prix unitaire de l'ordre de 700 M€ dans le cas de Flexblue. La France peut espérer en capter 25 % si elle se positionne dans les tout premiers en temps.

Ces SMR peuvent se substituer directement à des centrales à gaz à cycle combiné de puissance équivalente. En « ferme », 6 réacteurs de 160 MWe sont équivalents à 1 réacteur de 1000 MWe mais leur modèle économique de construction est plus favorable et la permanence de production meilleure.

L'innovation majeure c'est la fabrication du réacteur en usine et non sur site.

La France possède des éléments de différenciation forts pour réussir sur ces sujets :

- ▶ un leadership mondial en technologies nucléaires ;
- ▶ l'existence d'industriels avec des capacités de fabrication en France (DCNS à Cherbourg et AREVA en Bourgogne pour un SMR immergé ou terrestre) ;
- ▶ un industriel leader en construction navale et sous marine (DCNS).

Mais des financements publics partiels sont nécessaires pour développer rapidement le (ou les) produit et trouver un premier site d'application.

Les risques majeurs sont le retour en force des USA dans le marché nucléaire mondial, dès que l'effet « gaz de schiste bon marché » se sera atténué et la part que pourraient prendre la Corée, la Russie et la Chine.

Communication à l'Académie des technologies

La renaissance de l'industrie - recueil d'analyses spécifiques

11

L'EXCELLENCE OPÉRATIONNELLE : LE MODÈLE *LEAN*

Roland Vardanega, *membre de l'Académie des technologies*

La compétitivité de toute activité économique, qu'il s'agisse de l'industrie, de banques, de grandes administrations, d'associations, dépend de très nombreux facteurs pour beaucoup adaptés à la branche d'activités. Cette compétitivité particulièrement nécessaire pour les secteurs en forte concurrence est dans tous les cas dépendante d'une excellence opérationnelle.

Cette excellence opérationnelle est recherchée depuis le début de l'ère industrielle et a connu selon les périodes de croissance ou de dépression des fortunes diverses. On a ainsi lancé de très nombreuses méthodes pour y parvenir, comme le taylorisme, la qualité totale, le management par la qualité, le Toyotisme ou le Ohnisme et finalement, les Américains conceptualisèrent des dérivés de ces méthodes en s'inspirant particulièrement du TPS (*Toyota production system*). Ainsi dans les années 90 Womack et Jones ont « commercialisé » ces méthodes d'excellence, qu'ils ont qualifiées de modèle *LEAN* en 1999, insistant avec ce mot sur la nécessité de « dégraisser » les moyens et les espaces.

Ce modèle a pour objectif de satisfaire des besoins clients, imaginer, concevoir produire, transporter, vendre avec le moins de ressources possibles, réduites au juste nécessaire utilisant le minimum de capitaux et de surfaces, avec les délais les plus courts et un niveau de qualité le plus élevé, en éliminant tous les gaspillages, en réglant tous les problèmes de production, de logistique, en améliorant les conditions de travail et la facilité de travail au poste ; tout ceci de manière durable. Ainsi peut-on donner l'exemple de la construction automobile qui en utilisant ce modèle a pu en cinq à dix ans réduire les surfaces de production de moitié, les investissements de production et de maintenance de 70 %, diviser les délais de livraison par trois et les défauts véhicules en tombée de ligne par 10. Ceci a aussi permis de réduire les heures travaillées pour produire un véhicule d'un tiers et les frais généraux de moitié et, en conception, développer deux fois plus de modèles automobiles avec les mêmes effectifs qu'auparavant, d'améliorer les conditions de travail de manière extraordinaire, de diviser le taux de fréquence des accidents du travail avec arrêts par cinq et encore de nombreux autres progrès.

Ces outils du *Lean* sont assez bien connus, on peut en citer quelques-uns, par exemple le 5S (éliminer, ranger, nettoyer, standardiser, pérenniser) le A3 et le PDCA (*Planning, Do, Check, Act*), le travail en équipe projet, le cinq pourquoi, la MRP (méthode de résolution des problèmes), le juste à temps, le zéro défaut, le lissage d'activité, la réduction de la variabilité, le six sigma, le SMED, le MIFA (*Material and Information Flow Analysis*), le tour de terrain, les unités élémentaires, le management visuel, les groupes de progrès, les chantiers *hosching*, la TPM (totale politique maintenance), les standards de postes, les référentiels métiers, l'analyse des processus, la croix sécurité et la croix verte, le travail en mode chantier Il y en a beaucoup d'autres adaptés au *Lean office* au *Lean engineering* et au *Lean product development*, voir au *Lean agile* !

Beaucoup d'entreprises ont mis en place tout ou partie de ces principes et « cette boîte à outils » du *Lean* qui donne très vite des résultats spectaculaires, mais qui se perdent aussi vite dans le temps. Seules quelques-unes ont réussi un *Lean* durable. À bien y regarder, ce sont celles qui ont déployé, parfois sans le savoir, un MANAGEMENT *LEAN* fondé sur la confiance. Une enquête conduite aux États-Unis sur le net, il y a quelques années, auprès de 1 700 entreprises engagées dans le *Lean*, révèle que seules 3 % d'entre elles considéraient avoir vraiment réussi, 8 % considéraient avoir échoué, tandis que les autres estimaient avoir fait du « *bricolage Lean* ».

Les japonais, dont nous essayions de copier les outils *Lean* depuis plus de trente ans, nous disaient : « *vous n'y arriverez pas, car vous omettez le principal, et le principal ne se voit pas : c'est le management* ».

Le management *Lean* est en réalité un projet d'entreprise avec une vision, des ambitions, des valeurs, une équité. C'est véritablement une forme de contrat social, gagnants/gagnants, patrons/salariés/clients/actionnaires/fournisseurs.

Les concepts ne sont pas révolutionnaires. C'est justement leur simplicité qui fait leur efficacité. Ils demandent néanmoins une très forte implication de la direction générale, du patron et une attention de tous les jours pour ne pas céder aux injonctions de l'urgence quotidienne, voire aux crises, ni aux relâchements des efforts que peuvent entraîner les succès et faire « que l'on s'endorme sur ses lauriers ». Pour être durable, tout le dispositif, toutes les méthodes, tous les outils doivent être scrupuleusement décrits dans le système d'excellence qu'il convient de mettre à jour à chaque amélioration car rien n'est jamais acquis et le progrès est sans limite.

À côté de la boîte à outils des méthodes d'excellence pour rendre ce *Lean* durable, le système repose sur une motivation des salariés, une cohésion sociale, pour cela il faut donner du sens au travail pour que chacun se sente responsable et propriétaire de son poste.

Dans ce but, il appartient aux responsables de l'entreprise et du capital de proposer **une vision** à 15 ans avec un projet compétitif exprimé en quelques ambitions et qui donne à chacun une perspective, un avenir. Cette vision doit être suffisamment large et ambitieuse pour entraîner tous les salariés, unir tous les égoïsmes, donner à chacun l'espoir d'une entreprise pérenne et donc l'espoir d'avoir un emploi durable et la perspective de progresser.

Après la vision, il faut définir **les valeurs** de l'entreprise, pour que les salariés sachent dans quelle entreprise ils sont, une entreprise qui s'inscrit dans le long terme et la permanence ou alors dans une entreprise de court terme qui ne cherche qu'à faire des coups. Ces valeurs sont dans le monde entier les mêmes, par exemple en premier lieu c'est toujours : le respect, c'est-à-dire le respect du client, des salariés, des fournisseurs, des actionnaires, des distributeurs, de l'environnement. On trouve aussi souvent le progrès continu, l'audace, c'est-à-dire le progrès en rupture, la responsabilité, le travail en équipe, le professionnalisme ...

La mise en œuvre concrète de ces valeurs tous les jours doit être traduite en **attitudes managériales** et en **comportements pour tous**, à élaborer au sein de

l'entreprise. À ce sujet, il faut noter que la méthode d'élaboration avec le personnel compte autant que le résultat obtenu.

Ainsi, avec une vision enthousiasmante, des valeurs, des attitudes et des comportements, les salariés sont enclins à « se défoncer » pour l'entreprise, c'est-à-dire pour eux-mêmes. Il s'agit là en réalité d'un nouveau contrat social, mais qui n'est possible que si l'entreprise est équitable, ce qui en général découle implicitement de la valeur respect. Cela nécessite un partage équitable des résultats et aussi des difficultés, cela implique aussi de former, de coacher sans cesse ses collaborateurs pour les améliorer et les faire progresser. Ainsi chacun n'est plus un simple salarié occupé à son travail, il est acteur de l'entreprise, responsable, propriétaire de son emploi avec des marges de manœuvre et d'initiative, avec le souci constant de faire progresser son travail, ce qui est une motivation et une aspiration universelles des hommes et des femmes sur toute la planète, quelles que soient les cultures.

Certains chefs d'entreprise vont avec ce contrat beaucoup plus loin, jusqu'au partage du capital avec leurs salariés. Ce contrat social du troisième type s'appuie sur un système hiérarchique évidemment, mais avec des chefs reconnus car capables de former, de coacher et de faire progresser leurs collaborateurs et donc d'être respectés par eux. Cela exclut les parachutages, les responsables de passage et nécessite stabilité et beaucoup de compétence. Ce contrat social s'appuie sur de vrais patrons charismatiques capables de s'adresser en public à tous leurs salariés pour leur expliquer le système, la vision, les ambitions et les choix, pour emporter leur adhésion. Ce faisant ils « mouillent leur chemise » sur le terrain où ils sont exposés, tous n'ont pas cette capacité et cette aptitude. En quelque sorte c'est un peu la fin du management à partir des bureaux et des tours d'ivoire, mais en retour pour ceux qui y parviennent c'est la satisfaction de faire jouer tout un orchestre, de créer les conditions pour que les salariés puissent progresser et quelle satisfaction avec ses équipes d'avoir des résultats extraordinaires, d'avoir un coup d'avance sur la concurrence et cela dans un climat de confiance et de solidarité qui donne du goût et un sens au travail.

Il y aurait beaucoup d'autres choses à dire sur l'efficacité opérationnelle des entreprises ; cette question des systèmes d'excellence est souvent marginalisée par les esprits trop cartésiens, car elle nécessite des remises en cause, de l'humilité, l'observation des faits sur le terrain et une grande intelligence de tous les instants et de tous les acteurs. Tous ces outils et toutes ces méthodes *Lean* sont finalement assez peu dispensés dans l'enseignement.

Il serait très important que les pouvoirs publics, comme ils ont déjà tenté de le faire dans le passé, se saisissent significativement de cette question dans l'éducation nationale, l'enseignement supérieur, dans la formation permanente des adultes, au ministère de l'industrie pour aider les petites entreprises qui souvent rencontrent des difficultés qu'elles n'auraient pas eues si le management avait été initié à ces méthodes. Comme le disait, il y a une dizaine d'années, un grand industriel « *la meilleure façon de lutter contre les délocalisations c'est l'excellence opérationnelle, c'est le Lean* ».

Le sujet est très vaste et il ne s'agit ici que de donner quelques pistes qui pourraient contribuer au renouveau industriel de notre pays.

12

L'USINE DU FUTUR : COMPTE RENDU DE L'ATELIER DU SÉMINAIRE DE L'ACADÉMIE

Gérard Sené, *expert extérieur*

A priori l'objectif, dans le cadre de cet atelier, est d'identifier deux à trois sujets porteurs d'opportunités industrielles et de conduire, pour chacun d'eux, une analyse SWOT, en termes d'atouts, de faiblesses, d'opportunités et de menaces, tout en s'inscrivant dans une perspective internationale. Cela comprend la possibilité de se pencher sur le concept d'usine totalement interconnectée avec son environnement et ses fournisseurs de technologies. Une autre piste pourrait être de s'interroger sur la mise en place de systèmes inversés, reposant sur un pilotage de la conception par la demande.

Immédiatement est mise en évidence la nécessité, pour conduire une réflexion transversale et stratégique, d'adopter un langage qui puisse être partagé par tous, y compris par les personnels, les usagers, les financeurs, etc. Les notions utilisées dans le cadre de cet atelier nécessiteraient donc d'être définies et délimitées, de manière à être compréhensibles et appropriables par tous, quelles que soient les

disciplines et les spécialités scientifiques et/ou industrielles de chacun, en cohérence avec l'objet même de l'Académie des technologies. L'enjeu serait ainsi de permettre une réflexion sur l'articulation entre la fonctionnalité et les usages des technologies. S'agissant de la notion « d'intelligence », on souligne que celle-ci inspire, en France, une analogie avec le cerveau humain. Or, dans sa définition anglo-saxonne, cette notion renvoie davantage au concept de « système adaptatif », reposant sur des capteurs réagissant en amont, voire de manière instantanée. Alors que les processus de simulation et de modélisation se heurtent à la complexité croissante des systèmes, l'enjeu devient d'intégrer les industries fragmentées, à l'aide de capteurs et par le biais de l'informatique, pour permettre une optimisation en temps réel. Plutôt que de parler « d'usine intelligente », il conviendrait donc de parler « d'usine renseignée ».

Rappel est alors fait de la communication du Gouvernement lors de l'annonce des 34 priorités de la nouvelle France industrielle en ce qui concerne « l'usine du futur » : *« Nous construisons la France de la troisième révolution industrielle. Avec moins de 35 000 robots de production installés en France contre plus de 150 000 en Allemagne et près de 65 000 en Italie, la France a un taux d'emplois industriels plus faible que ses compétiteurs et doit rattraper son retard. Pour retrouver son rang dans la bataille mondiale, pour gagner en compétitivité, attirer toujours plus de production et maintenir de l'emploi industriel, la France est mise au double défi de moderniser son outil productif d'une part, de concevoir et de développer les processus de production de demain d'autre part. L'usine du futur devra être plus respectueuse de son environnement, grâce à des modes de production moins consommateurs de ressources et moins générateurs de rejets, plus intelligente, avec des modes de production toujours plus sophistiqués qui repensent l'interface homme-machine. Plus flexible, en utilisant des outils de production reconfigurables, l'usine pourra proposer une offre plus proche des besoins du marché, passant du mass market au custom built. Plus intégrée, connectée au cœur des territoires et proche des acteurs de son écosystème (clients, sous-traitants et fournisseurs), l'usine de demain contribuera à dynamiser un réseau et une économie locale. Le plan « Usine du futur » permettra à la France d'être au rendez-vous du prototypage rapide, de la convergence des réseaux sociaux, de l'hyperconnexion des entreprises, des interfaces homme-machine, de la robotique, de la réalité augmentée, du numérique, de l'impression 3D, de l'intelligence artificielle et du design. »*

Tour de table

Deux observations portent sur le fait que les robots ne remplacent pas nécessairement les hommes et qu'au-delà des réseaux sociaux, il conviendrait de prendre en compte les réseaux sociotechniques.

Pour mémoire, un document a déjà été publié par le CADAS et l'Académie des technologies sur l'interaction homme-machine, avec une annexe consacrée à la robotique appliquée à l'usine intégrée. Il est mentionné que cette réflexion pourrait constituer un point de départ.

Le constat est alors fait que la communication gouvernementale met l'accent sur deux thèmes de réflexion potentiels pour l'Académie des technologies : la robotique et l'hyperconnexion des usines avec leur environnement (fournisseurs, sous-traitants, etc.).

En outre il est souligné que la communication gouvernementale renvoie également à la notion « d'usine intégrée », regroupant l'ensemble des acteurs du processus industriel. Par ailleurs, la communication gouvernementale fait référence à une inscription de l'usine dans son environnement local, en cohérence avec l'idée d'un pilotage par la demande.

Il s'avère de ce fait nécessaire de se pencher également sur les enjeux liés aux infrastructures de communication et au *big data*.

L'ensemble pourrait conduire à faire émerger un concept de production « sur mesure et en série » en vue de faire face aux enjeux de performance, de compétitivité, d'orientation clients et de conception des nouveaux outils industriels.

Est évoquée également la possibilité de s'interroger sur les enjeux liés au respect de l'environnement, qui s'impose désormais comme une contrainte forte.

Ce jour-même d'ailleurs en séance plénière la notion de « frugalité » – en termes de consommations d'énergies et de production de rejets, d'une part, et en termes de produits, d'autre part – a été évoquée. Ainsi, le développement d'une production adaptée aux différents marchés internationaux pourrait entraîner une simplification des produits destinés à l'export. Dans ce contexte de modification profonde de l'usine, la structuration et la localisation des industries de soutien (logiciels, robotique, etc.) nécessiteraient par ailleurs d'être repensées.

Il est souligné qu'une réflexion a été menée au sein de l'ANR sur les systèmes de production du futur. Dans ce cadre, l'accent a été mis sur l'importance de garantir l'efficacité du couplage entre le système de conception et le système

de fabrication. Plutôt que sur « l'usine intelligente », la réflexion pourrait donc porter sur les « systèmes de conception-fabrication intelligents », à plus forte raison s'agissant de prendre en compte les exigences nouvelles de personnalisation. Par ailleurs, plutôt que de définir une cible idéale pour l'usine de demain, l'enjeu serait de conduire une réflexion sur la capacité de l'ingénierie française à opérer des « *briefs* de rupture » – c'est-à-dire à se projeter vers des compétences nouvelles pour développer des systèmes de conception-fabrication innovants et/ou optimiser des procédés.

Suggestion est faite d'associer la notion de « travail collaboratif » à la notion « d'hyperconnexion ». Il s'agirait ainsi d'intégrer le développement de compétences clés, liées au travail en réseaux, à la conduite de projets, etc.

Il est ajouté que l'intégration des usines implique des flux logistiques, dont la structuration nécessiterait de constituer également une priorité. Un des enjeux pour l'usine du futur serait ainsi de développer les gains de productivité encore accessibles dans le domaine de la logistique. Par ailleurs, l'accent devrait être mis sur la gestion et la valorisation des stocks, y compris dans une optique d'optimisation financière.

Au-delà, il y a nécessité à conduire une réflexion sur l'intégration systémique des usines, c'est-à-dire sur l'articulation entre la conception, la production, la maintenance, la logistique, l'informatique de production, les architectures de services et la chaîne de sous-traitance. En parallèle, le développement d'une industrie du logiciel et des infrastructures de services devrait être envisagé, en prenant en compte les enjeux liés à la multiplication et au partage des données, de même que l'émergence d'exigences nouvelles de résultat à l'égard de certains services ou infrastructures critiques. Dans cette optique, les positionnements de groupes comme Schneider ou Dassault Systèmes pourraient constituer un atout pour la France, alors que celle-ci demeure mal positionnée dans le domaine de la robotique par rapport au Japon, voire par rapport à l'Allemagne, la Suède ou la Suisse.

L'observation est alors faite que l'industrie connaît actuellement, et sera amenée à connaître encore plus, des bouleversements sans précédent, avec l'apparition d'usines connectées (en vue notamment de capter et d'intégrer les besoins des clients), le développement de la « cobotique » (c'est-à-dire de la robotique humanoïde ou collaborative), l'intégration croissante des méthodes *lean* (tant dans le champ de la production que dans ceux de l'ingénierie, de la conception, de la logistique, du commerce, du management, etc.) et le développement des imprimantes

3D. Dans ce contexte, l'accent devrait être mis sur la structuration et le renforcement de l'industrie de la robotique en France – le développement de la robotique collaborative étant de nature à générer des emplois et à sauvegarder les usines françaises. La mise en place du *lean management* nécessiterait par ailleurs de fonder un nouveau contrat social, impliquant une analyse et une intégration globale des flux. Dans ce contexte, une autre nécessité serait de développer des *clusters* dans les Régions entre les entreprises, les fournisseurs, l'enseignement supérieur (qui permet de poursuivre des activités de R&D à moindre coût et de former des professionnels) et les pouvoirs locaux. La France ayant la chance de posséder un réseau d'établissements d'enseignement supérieur disséminés, la formation de *clusters* régionaux intégrant l'enseignement supérieur pourrait constituer un axe de développement industriel intéressant. Enfin, l'impact potentiel du développement des imprimantes 3D sur les procédés de fabrication actuels nécessiterait d'être pris en considération.

Il est confirmé que le développement de la robotique collaborative pourrait permettre de donner un nouvel élan à l'emploi ouvrier.

Des systèmes complexes industriels se développent, impliquant des interactions innombrables, dont l'intégration est permise par le marché ; de ce fait, une analyse devrait aussi être menée en termes de menaces et de risques. Dans cette optique, un regard pourrait être porté sur les risques de dysfonctionnements ou de déséquilibres au sein des réseaux sociotechniques de proximité, dans le prolongement du rapport produit par Yves Bamberger sur les réseaux continentaux ou mondiaux. L'enjeu serait d'identifier les investissements nécessaires pour mieux anticiper et faire face aux dysfonctionnements ou aux déséquilibres des réseaux de proximité. Il s'agirait ainsi d'optimiser ces derniers, y compris dans une perspective écologique, en s'inscrivant dans une démarche d'écologie scientifique et non d'écologie politique. Cette analyse se conjuguant à celle de conduire une analyse en termes de coûts et d'avantages.

En revenant sur la dimension humaine du débat autour de l'usine du futur, il est souligné que la démarche gouvernementale vise aussi à recréer des emplois en France. Dans ce contexte, la capacité de l'usine intelligente à créer des emplois et à préserver l'emploi des personnels des usines actuelles reste à évaluer. En pratique, l'usine intelligente semble amenée à développer des emplois plus qualifiés, en plus petit nombre. En parallèle, les emplois non-qualifiés semblent appelés à devenir de moins en moins qualifiés, au point qu'ils pourraient susciter peu d'appétence

de la part des Français. La réflexion de l'Académie des technologies devrait donc de ne pas être menée uniquement au plan technique, afin d'intégrer pleinement les enjeux en termes de création d'emplois dans la durée.

Est associé aux enjeux en termes de création d'emplois un enjeu en termes de relocalisation territoriale des emplois et de la valeur industrielle.

À cet égard, on rappelle que le débat de ce jour en séance plénière a porté sur la nécessité de redéfinir la notion d'industrie, en intégrant davantage les activités se situant en amont et en aval. En pratique, nombre d'acteurs industriels s'engagent aujourd'hui davantage dans la distribution, avec des compétences pointues, y compris en termes de formation. Dans ce contexte, l'hyperconnexion des appareils de production et le développement du *lean management* pourraient créer de l'emploi. Cependant, les emplois créés pourraient ne plus se situer au même endroit et être d'un type différent.

Il est souligné que l'amélioration de la performance des usines françaises, le cas échéant par le développement de la robotique et du *lean management*, a vocation à générer de la croissance et à créer ou maintenir des emplois. L'automatisation des procédés de fabrication nécessiterait ainsi d'être poursuivie, sous peine de voir les emplois actuels délocalisés à l'étranger.

Dans un monde en transformation profonde, l'enjeu serait d'introduire les sciences humaines dans les réseaux sociotechniques, pour inventer de nouvelles méthodes de production. Ce processus devrait également assurer une redistribution de la valeur créée, y compris en termes d'emplois.

Cette redistribution dépendra néanmoins de la nature du commerce international. Pour que ce modèle soit vertueux, la condition serait que la valeur créée à un endroit donné serve à irriguer le même territoire. Or tel n'est pas nécessairement le cas aujourd'hui, comme en témoigne la faible redistribution aux États-Unis des profits générés par Apple. La mutation du modèle industriel nécessiterait donc d'être accompagnée par l'instauration d'un contrat social différent, afin que la gouvernance financière des entreprises permette une redistribution de la valeur.

Une réflexion devrait également être menée sur le système éducatif et de formation, pour faire face aux évolutions induites par le développement de l'usine intelligente en termes de qualification et de distribution des emplois. En pratique, les générations conduites massivement jusqu'au baccalauréat pourraient ne pas vouloir occuper les emplois peu qualifiés de l'usine de demain. Se posera alors un problème majeur d'adaptation des emplois créés.

À ce propos il est remarqué que le *made in France* impliquera nécessairement un très haut niveau de mécanisation/automatisation et qu'il sera nécessaire de prendre en compte l'adaptation de la formation et des personnes aux emplois.

Se confirme donc que les méthodes permettant de fonder un nouveau contrat social constitueront un objet majeur de recherche, afin que le nouveau modèle industriel puisse être vertueux. Une orientation serait de travailler, dans le cadre de la formation professionnelle, en liaison avec les pédagogues, sur la motivation à l'égard des emplois aujourd'hui dévalorisés socialement. De nombreux exclus du système scolaire et de la formation professionnelle pourraient ainsi retrouver une vocation. La manne dédiée à la formation professionnelle en France nécessiterait pour cela d'être redistribuée au profit de l'accompagnement des plus démotivés dans la recherche d'un emploi, voire d'une vocation.

Synthèse en réunion

À la suite de ce premier tour de table qui a permis d'évoquer des enjeux multiples en termes d'objectifs et de moyens, un consensus semble néanmoins émerger autour de la nécessité d'aboutir à une usine de plus en plus distribuée, à même de produire du « sur mesure en série » dans un contexte global ou mondial. Pour cela, diverses orientations nouvelles devraient être mises en œuvre : une hyper-connexion des opérations, de la conception au service après-vente, en passant par la production, la logistique et la distribution ; la généralisation de la culture du *lean management* ; le développement des *clusters*, permettant de structurer géographiquement des écosystèmes à fertilisations croisées.

Il est alors souligné que les régions françaises sont aujourd'hui engagées, à la demande de l'Union européenne, dans une démarche de spécialisation régionale. La formation de *clusters* territoriaux, pour être efficace, nécessiterait donc de s'inscrire dans une perspective européenne. Par ailleurs, la notion de *cluster* nécessiterait d'être précisée, pour intégrer les flux financiers nécessaires à l'innovation, en rupture avec la culture française de structuration en silos (impliquant un cloisonnement entre les activités de recherche, de financement, de production, de contrôle, etc.). Le *cluster* susceptible de faire émerger l'usine du futur nécessiterait de permettre une concentration, un contrôle et un suivi des moyens dans le temps, pour favoriser l'innovation. Les *clusters* territoriaux nécessiteraient ainsi de constituer des dispositifs opérationnels.

La notion de *cluster* devrait aussi être élargie, au-delà des pôles de compétitivité. En pratique, l'objectif ne serait pas nécessairement de créer des organismes. L'idée serait de structurer des ensembles à même de produire une articulation entre les entreprises, l'enseignement supérieur et les pouvoirs locaux, le cas échéant par le biais de conventions multilatérales.

Le risque serait alors de voir apparaître en France une superposition de structures (*clusters*, pôles de compétitivité, filières professionnelles, etc.).

Mais il est observé que l'articulation au niveau local entre les entreprises, l'enseignement supérieur et les pouvoirs politiques fonctionne à travers le monde, autour des grandes villes notamment. Cependant, il estime que cette problématique va au-delà de celle de l'usine du futur.

Cette articulation pourrait néanmoins constituer un accélérateur, en favorisant l'innovation comme le montre le *cluster* mis en place en Suède, à Linköping, avec des installations de SAAB Aerospace, des laboratoires, etc.

Bien que cette question soit liée à la structuration du processus d'innovation dans son ensemble et non uniquement au développement de l'usine du futur, il est souligné que l'usine du futur nécessiterait de pouvoir s'inscrire dans un *cluster*, les processus de fabrication pouvant ainsi être améliorés, y compris dans l'aéronautique.

Il est confirmé que le développement de l'usine du futur nécessitera la mise en œuvre de dispositifs adaptés. Au-delà des problématiques de coût du travail, la question de la R&D et de l'innovation nécessiterait pour cela d'être abordée. Face à des ruptures technologiques extrêmement importantes, il ne saurait être demandé aux industriels d'agir seuls, d'où l'idée de constituer des *clusters* collaboratifs permettant d'expérimenter rapidement et de piloter des procédés innovants.

Il est alors rappelé, que parmi les moyens nécessaires au développement de l'usine du futur, a également été identifié le développement d'infrastructures *hardware* et *software* à la fois performantes et communicantes.

Pour mettre en œuvre les moyens évoqués, la France devrait pouvoir s'appuyer sur un certain nombre d'atouts. Dans le domaine des infrastructures *software*, le PLM de Dassault Systèmes et les activités développées par Schneider devraient, par exemple, constituer une force. Dans le domaine du *big data*, des efforts sont encore à faire, en précisant que le *big data* recouvre une dimension liée aux infrastructures permettant la manipulation des données, ainsi qu'une dimension liée à leur exploitation (c'est-à-dire au *data mining*).

La France dispose d'un atout en termes de R&D dans ce domaine, avec des laboratoires pointus en matière d'analyse et de modélisation mathématique et également d'un excellent capital en matière d'analyse statistique.

L'activité française en la matière se structure aujourd'hui autour de petites start-up, des couplages entre ces start-up et des acteurs générant du *big data* pourraient donc s'avérer nécessaires.

Il est noté que la France dispose également d'atouts en matière de structuration des réseaux de communication.

Un plan de déploiement de la fibre optique a été engagé. Des activités sont également développées dans le domaine des objets communicants. Une politique d'ouverture de l'accès aux données est par ailleurs menée, y compris au sein des entreprises du secteur public.

Cependant deux faiblesses de la France méritent d'être signalées : la première dans le domaine de la robotique industrielle et la seconde en lien avec la conduite du changement des qualifications.

En effet, la France dispose de laboratoires de robotique performants et reconnus, mais ne dispose pas d'un chaînon industriel mondial dans ce domaine.

La question serait donc de valider la possibilité de bâtir une industrie française de la robotique industrielle, avec l'objectif de rattraper le retard de la France sur un certain nombre de pays, c'est-à-dire de passer de 35 000 à environ 110 000 robots installés.

Il est étonnant que la France ne soit pas en mesure d'importer les technologies ou les composants lui faisant défaut dans ce domaine.

Si la France acquiert des robots humanoïdes étrangers, au Japon notamment, du fait que le développement de la robotique collaborative sera amené à s'accélérer, la France devrait se positionner en tant qu'acteur industriel dans ce domaine, y compris dans la perspective de créer des emplois.

Il est observé que la robotique collaborative intègre des processus différents de ceux de la robotique classique. Un objectif éventuel de développement de la robotique collaborative en France mériterait donc d'être précisé, le cas échéant pour inclure les machines numériques, les équipements domestiques automatisés, etc. En parallèle, l'accent nécessiterait d'être mis sur les vecteurs de développement de l'innovation.

À noter que l'entreprise Gemalto, créée en France, a aujourd'hui le potentiel pour dépasser Apple. À travers la production de produits virtuels ou réels, cette entreprise ne souhaitant pas être rattachée à une marque pourrait créer une quantité d'emplois vertigineuse.

La conduite du changement des qualifications pourrait constituer un enjeu, davantage qu'une faiblesse. Il s'agirait ainsi de mettre en évidence, implicitement, un manque d'aptitude à conduire le changement des qualifications.

Toutefois le système français de formation professionnelle et technologique est considéré extrêmement rigide et inadapté et de nouvelles formations académiques nécessiteraient d'être inventées pour répondre à l'émergence de nouveaux métiers tels que le métier de *data scientist*. Dans ce domaine, les États-Unis semblent progresser plus rapidement.

Il s'agirait également de rompre avec une distribution en silos des formations et des disciplines.

Une menace importante a par ailleurs été identifiée, en lien avec le développement des imprimantes 3D.

Synthèse post-réunion

3 PREMIERES PRIORITES	
Priorité 1	Culture <i>LEAN</i> globale (faiblesse), de l'ingénierie à la maintenance avec une nouvelle gestion RH appropriée.
Priorité 2	Existence d'infrastructures hardware & software (atout) favorisant en particulier le prototypage rapide, y compris par impression 3D (atout et faiblesse).
Priorité 3	Développement d'écosystèmes locaux type <i>Cluster</i> entreprises/fournisseurs/enseignement supérieur-recherche/financeurs /collectivités territoriales (en cours).
3 PRIORITES SUIVANTES	
Priorité 1	Définition avec les industriels concernés et création d'une base nationale en robotique industrielle (faiblesse) pour un rattrapage ≥ 50 000 robots.
Priorité 2	Formations professionnelles et conduite du changement des compétences tout au long de la vie (faiblesse).
Priorité 3	Effort technologique actif sur la fabrication 3D (menace et opportunité).

AUTRES POINTS

Caractéristique : usine hyperconnectée conception-production-logistique-distribution-SAV.

Importance probable du *big data* avec les nouveaux métiers associés tels que celui de *Data scientist*.

Nécessité d'anticiper non seulement les problèmes de formation bien sûr, mais aussi les implications sociales créées par le fait que les emplois du futur dans l'usine seront beaucoup plus qualifiés et en relativement petit nombre, ou bien peu qualifiés et aussi en nombre relativement peu élevés par rapport aux données historiques. Ce n'est bien sûr que la poursuite des tendances démarrées avec l'automatisation depuis longtemps, mais elle va s'accélérer de manière rapide si on en croit en particulier ce qui se passe aux États-Unis lorsqu'ils rapatrient leur production industrielle. Ces phénomènes sont discutés entre autres au MIT.

13

PME : LE MOMENT D'AGIR – POUR UN *SMALL BUSINESS ACT* À LA FRANÇAISE⁶

Christian Brevard, Yves Farge, Bernard Tramier
et **Antoine Gaset**, *membres de l'Académie des technologies* ainsi
qu'**Élisabeth Caze** et **Serge Bercovici**, *secrétaires scientifiques*

Préambule

Ce texte rassemble un certain nombre de propositions issues d'un groupe de travail de la commission recherche, innovation, technologie, emploi. Cette étude a été conduite sous forme d'interviews de responsables de PME, de fonds

⁶ Membres de la commission recherche, innovation, technologie, emploi: Christian Brevard (président), Yves Farge, Bernard Tramier, Antoine Gaset, académiciens, ainsi qu'Élisabeth Caze et Serge Bercovici, secrétaires scientifiques

d'investissements, d'experts en fiscalité, de chercheurs spécialisés etc. (liste en annexe) d'avril 2012 à mai 2013. Il a fait l'objet d'un premier rapport en septembre 2013 qui a été complété par certains éléments sur le financement des PME recueillis lors du séminaire d'octobre 2013 ainsi que de certaines des suggestions formulées lors de la présentation en séance plénière de l'Académie des technologies du 8 janvier 2014. Il ne prétend pas à l'originalité absolue et ne recueille pas l'avis unanime des membres de l'Académie. Cependant certaines de ces propositions ont d'ores et déjà été reprises et mises en place par les pouvoirs publics et il nous paraît opportun de publier ce texte en l'état.

Analyse et motivation

L'essentiel des créations d'emplois des années futures viendront des petites et moyennes entreprises (PME) et entreprises de taille intermédiaire (ETI). La France dispose de grands groupes industriels, mais son tissu de PME et ETI est plus fragile, particulièrement en comparaison de l'Allemagne et des États-Unis.

Il existe plusieurs types de PME/ETI et d'entrepreneurs (auto-entrepreneurs, artisans, start-up, sous-traitants de grands groupes etc.) de tailles variables allant d'une dizaine à quelques centaines de personnes. La plupart des recommandations qui suivent peuvent concerner tout type de PME/ETI, d'autres sont plus spécifiques d'une catégorie (start-up, entreprises technologiques). Le rôle déterminant de l'innovation, qu'elle soit technologique, commerciale, marketing, organisationnelle ou sociale a déjà été souligné par l'Académie des technologies (références bibliographiques n° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) et concerne tout type d'entreprises qui cherche à se différencier pour trouver ses marchés.

Pour poursuivre ses réflexions au-delà de l'innovation, l'Académie des technologies s'est penchée sur les conditions qui permettraient de dynamiser la création et le développement de PME/ETI à l'image de ce qui s'est fait aux USA à partir des années 1950 dans le cadre du *Small Business Act* sous couvert de la *Small Business Administration* qui a joué un rôle majeur, via les PME, dans le développement de l'économie américaine.

Avant d'examiner ce que pourrait être un *Small Business Act* à la française, il convient de distinguer les différents périmètres d'applications. Les réponses peuvent être très variables suivant les territoires considérés (national, régional,

départemental ou communal). Ainsi, certains territoires ont hérité d'une culture très spécifique d'indépendance vis-à-vis du pouvoir central parisien et ont développé un tissu de PME à partir d'un capitalisme familial de proximité sans en appeler à l'intervention des niveaux régional ou national (ex : la Vendée et le grand Ouest, ou la vallée de l'Arve en Haute-Savoie). Dans ce cas, le rôle des responsables politiques locaux est surtout de favoriser les mises en contact et les solidarités de proximité plutôt que d'apporter des aides financières. Ces expériences locales, ou nationales comme les instituts Fraunhofer en Allemagne, sont à encourager et toutes les recommandations qui seront formulées devront tenir compte des périmètres d'applications.

Le *Small Business Act* aux USA et en Europe

Le *Small Business Act* aux USA, créé en 1953, était clairement au départ un outil de discrimination positive. Il avait pour objectif essentiel d'intégrer les anciens combattants de la guerre de Corée et les différentes minorités dans l'économie américaine. Pour cela, il visait à favoriser la création et le développement de petites entreprises par la garantie d'accès à une juste part des achats et contrats passé par l'État fédéral tout en préservant la concurrence et la libre entreprise.

Il a été suivi par la création de la *Small Business Administration* avec les leviers d'actions suivants :

- ▶ des garanties de prêts ;
- ▶ une obligation de commandes publiques vers les PME de 23 % ;
- ▶ des programmes de prêts en cas de catastrophes naturelles ;
- ▶ des programmes d'aide au management pour les créateurs d'entreprises.

Il a été complété en 1958 par la création des *Small Business Investment Companies* (SBIC). Ces Sociétés d'investissement privées à but lucratif offrent des participations en capital ou des prêts à long terme à de petites entreprises en phase de croissance ayant une valeur nette inférieure à \$ 18 millions et un bénéfice de moins de \$ 6 millions. Ces SBIC sont des opérateurs privés disposant d'une licence accordée par la *Small Business Administration* qui apporte un co-financement sous forme d'obligations

garanties par l'État ou de titres de participation. L'effet de levier ainsi généré par l'État peut être de 200 %. Le minimum de capitaux privés requis pour créer une SBIC étant de \$10 millions, l'apport en financement public est dans ce cas de \$20 millions.

Un *Small Business Act* européen a été annoncé en 2008 puis modifié pour l'aligner sur les priorités de la stratégie Europe 2020, mais il ne comportait aucune mesure vraiment contraignante et s'est limité à une communication de la Commission au conseil et au parlement (SEC (2008) 2101). La seule véritable aide aux PME est venue de la directive européenne sur les retards de paiement (les délais de paiement sont au maximum de 30 jours pour les autorités publiques, et 60 jours pour les entreprises privées, le dépassement étant sanctionné par des pénalités à un taux minimal de 8,5 %), mais cette directive est mal respectée.

Quelques réflexions ont également été lancées en France : rapport de L. Stoléru de 2007 (10) qui mentionnait que la part des commandes publiques aux PME dépassait 28 % en France, ce qui limitait l'intérêt de la simple transposition du dispositif US en France, puis propositions de L. Gallois (10) en 2012 consistant à :

- ▶ créer un mécanisme d'orientation de la commande publique vers des innovations et des prototypes élaborés par des PME : objectif de 2 % des achats courants de l'État (8^e proposition) ;
- ▶ élaborer un équivalent du *Small Business Act* comme cadre de cohérence des dispositifs en faveur de la croissance des PME (10^e proposition).

Toutefois, rien n'a été concrétisé pour l'instant, mais d'autres voix se sont élevées très récemment pour défendre cette idée (ex : Karine Berger, députée PS des Hautes-Alpes : « Le *Small Business Act* tel qu'il existe aux États-Unis, c'est la protection juridique des innovations et des brevets des PME américaines dans le monde. Nous devons mettre en place ce type de dispositif en France », Les Echos 10 sept 2013.

Un *Small Business Act* à la française (ou une politique française des PME) ne devrait pas se limiter à réserver une part aux PME dans les marchés publics, qui est supérieure dans notre pays à celle des PME américaines. Il devrait s'articuler

autour des recommandations suivantes regroupées suivant trois grands volets bien distincts :

- ▶ le financement des PME ;
- ▶ le soutien à la création et au développement de PME ;
- ▶ la sécurisation de l'innovation.

Financer les PME

Le contexte n'est pas porteur avec, en particulier, le durcissement des contraintes réglementaires concernant les banques et les assurances. Les pouvoirs publics doivent trouver le bon calibrage entre la gestion des risques systémiques et le financement de l'économie réelle auquel peut s'ajouter la contrainte des taux d'intérêts qui ne resteront pas durablement bas.

Alléger les contraintes financières et administratives

De façon générale, il ne sert à rien d'aider au financement de ces entreprises si par ailleurs les contraintes qui pèsent sur elles ont un coût de plus en plus élevé qui souvent annule purement et simplement les aides reçues. Ainsi :

- ▶ la première priorité pour les PME est d'**être payées dans les délais légaux** soit par l'État (en progrès) soit surtout par les collectivités locales et les grands groupes qui posent de réels problèmes, parfois de survie, à de nombreuses PME

Augmentation des délais de paiement des entreprises et des collectivités

En 2013 ont été mises en œuvre les mesures issues de la transposition de la directive européenne 2011/7/UE. Elles insèrent notamment dans le code du commerce et dans le code des marchés publics des articles fixant à 40€ (!) le montant de l'indemnité forfaitaire à payer par les débiteurs en cas de retard afin d'indemniser le créancier pour les coûts administratifs et les coûts internes liés au retard de paiement, indépendamment des intérêts moratoires obligatoires...

Cependant, le délai légal de règlement des sommes dues est très mal respecté, tant par les donneurs d'ordre publics qui ne disposent pas toujours de la trésorerie nécessaire, que par certains grands groupes qui « font de la trésorerie » en ne payant pas leurs fournisseurs dans ces délais.

La loi de modernisation de l'économie (LME) de 2008 a apporté au début une certaine amélioration, mais elle se dégrade aujourd'hui. Ces retards de paiement peuvent représenter pour l'entreprise jusqu'à 1 à 2 mois de chiffre d'affaires, ce qui met de nombreuses PME en grande difficulté. L'État a fait des progrès, mais les délais de paiement des collectivités territoriales sont très problématiques. Au niveau des collectivités territoriales, il serait sans doute plus utile (même si c'est moins « valorisant » en terme d'image) de payer sans retard les PME plutôt que d'accorder certaines aides directes supplémentaires. La dixième édition de l'enquête annuelle de l'AFDCC (Association française des crédits managers et conseil) constate une **dégradation de la période « post » LME** : « *les délais de paiement tendent à s'allonger et la situation des entreprises s'en ressent* », note l'AFDCC. Ainsi, la part des entreprises qui constatent une augmentation des délais a doublé depuis l'année dernière (28 % en 2013 contre 14 % en 2012). « *On voit ici nettement l'impact de la crise économique et les nouvelles difficultés que rencontrent les entreprises et que la LME ne peut compenser* ». Il en va de même pour les délais de règlement des collectivités locales, publiques et de l'État : la part des entreprises constatant une augmentation des délais de règlement des collectivités locales est passée de 42 % (en 2011) à 55 % en 2012. « *C'est le niveau le plus haut jamais atteint depuis 2003* », relève l'AFDCC. Et **seulement 3 % des entreprises constatent une diminution de ces délais...**

Pour remédier à cette situation, une solution pourrait être de confier à des responsables, **nouvellement assermentés**, au niveau le plus proche de l'entreprise (commissaires aux comptes ou comptables externes à l'entreprise) une mission d'intervention systématique auprès des débiteurs. Ces actions seraient **automatiques** avec amendes à l'appui et la transmission de ces informations par l'entreprise à ces responsables serait d'ordre légal ;

- ▶ il faut alléger les **contraintes administratives**, simplifier et **stabiliser les procédures** dont la variation et la complexité découragent les PME de postuler à des aides ou avantages fiscaux, voire même de créer des entreprises en France ;

On pourrait citer le cas exemplaire d'une TPE qui avait été créée dans la zone franche d'une capitale régionale de l'Est de la France. Quatre personnes venant de cette zone avaient été embauchées, les critères d'exonération largement dépassés (75 % d'embauches de la zone comparées au minimum de 66 %). Le chiffre d'affaires décollait sauf que... le gérant avait fait les déclarations uniques d'embauche avec le formulaire standard au lieu du formulaire spécifique aux zones franches. L'entreprise a été redressée de l'ensemble des exonérations par l'URSSAF sur une période de 3 ans. Les comptes bancaires ont été bloqués deux mois après la mise en demeure, ce qui a provoqué la faillite de l'entreprise avant même que l'ensemble des recours aient eu le temps d'être instruits... !!

- ▶ d'autre part, la forte **variabilité** des contraintes financières entraînerait beaucoup de PME/ETI à se constituer une trésorerie de précaution au détriment de l'investissement ou de la croissance de l'entreprise. Voir rapport Rameix et Giami [12] ;
- ▶ les PME/ETI ont vraiment besoin d'une stabilité réglementaire et fiscale, gage d'une réflexion prospective fructueuse sur le long terme ;
- ▶ pour évaluer l'impact de ces lourdeurs administratives, on devrait pouvoir disposer de statistiques sur les départs d'entrepreneurs ou de candidats à la création d'entreprises vers l'étranger.

Accéder au financement

- ▶ L'accès au financement en capital ou prêts pourrait s'inspirer du modèle des « *Small Business Investment Act* » US (SBIC). Ainsi, la BPI pourrait être un **intermédiaire auprès de fonds privés** pouvant ainsi se traduire par un effet de levier important. Cependant, la participation des régions au sein de la BPI exigera de bien contrôler l'équilibre entre soutien aux entreprises en difficulté et création ou développement de PME pour ne pas renouveler l'échec des SDR (Sociétés de développement régional) ;

- ▶ Il faudrait rendre possible pour un acheteur public de retenir la part de sous-traitance à des PME parmi les critères d'attribution d'un marché avec un pourcentage pouvant aller jusqu'à 10 % de l'ensemble des critères (cf. la proposition de Pacte PME). Aujourd'hui, l'accès aux **marchés publics** peut sembler satisfaisant (environ 28 % réalisés), mais il faut améliorer l'utilisation des outils internet d'accès à l'information pour répondre aux appels d'offre et plus globalement faciliter les candidatures aux marchés publics comme vient de le proposer le rapport Mandon sur la simplification de l'environnement réglementaire et fiscal des entreprises [13];
- ▶ pour les investisseurs individuels, une **assurance fiscale du risque** par exemple via la déduction des pertes pour le calcul de l'IRPP serait utile. De façon plus générale, l'Académie des technologies recommande un traitement fiscal de la rémunération du risque plus favorable;
- ▶ il convient de favoriser les démarches issues des territoires, en partant d'abord du local avec des communautés de financement comme elles existent en Vendée où les collectivités locales et territoriales ont favorisé cette approche avec succès;
- ▶ il est essentiel d'attirer les investisseurs privés vers la totalité de la chaîne de valeur: de la création amont au capital croissance. Le développement de fonds de capital de développement technologique est essentiel;
- ▶ nous vivons dans un monde où il y a beaucoup de liquidités et, pour la France, une forte épargne privée (200 milliards d'euros épargnés par an!). Comment drainer cette épargne vers les PME et l'économie réelle? La création du PEA PME est une bonne mesure qui permettra d'apporter deux milliards d'euros par an aux PME. Au-delà de ce nouveau produit, l'Académie recommande de mettre à plat l'existant (FCP...) et de stopper l'empilement désordonné d'innovations financières. Dans cette optique, une action volontariste des banques sera la bienvenue;
- ▶ le **Crowdfunding** (financement participatif par un très grand nombre de petits investisseurs sur Internet) est encore très peu développé en France et principalement réservé aux activités à caractère culturel ou associatif. Il serait sans doute intéressant de l'étendre à tout type d'activités économiques et d'accorder les mêmes avantages fiscaux qu'aux autres investissements. Le sujet est actuellement repris par les instances gouvernementales et devrait progresser en éliminant réglementairement les risques potentiels de ce système;

- ▶ pour assurer la pérennité de certaines PME et éviter leur absorption prématurée par des grands groupes, il faut inciter à la construction de **noyaux patrimoniaux stables** d'entreprises. Pour cela, il serait certainement utile :
 - ▷ d'introduire les reprises d'entreprises par les salariés ou de petits entrepreneurs dans les critères de décision de soutien par la BPI par des prêts bonifiés, à créer. Ce mécanisme pourrait être étendu ultérieurement au système bancaire,
 - ▷ de faciliter la transmission familiale d'entreprises en suivant les recommandations du rapport Mandon (13) sur la simplification de la procédure d'exonération des droits de succession des entreprises du pacte Dutreil.

Recommandations du rapport Mandon sur la simplification du « pacte Dutreil »

Le « pacte Dutreil » instauré en 2003 a pour but d'éviter que les héritiers d'un chef d'entreprise ne soient obligés, à son décès, de vendre l'entreprise familiale pour acquitter les droits de succession. Cette exonération fiscale partielle est en particulier conditionnée par l'obligation faite aux héritiers de souscrire à un « engagement de conservation » de l'entreprise pour une durée minimale (deux, quatre ou six ans selon les statuts de l'entreprise) et de fournir chaque année aux services fiscaux une attestation confirmant que cet engagement de conservation est respecté, pour le pourcentage et le nombre de titres prévus (formalité appelée « obligation déclarative »). Le non-respect de cette obligation peut entraîner l'obligation de payer les droits de succession qui avaient fait l'objet de l'exonération.

Le rapport « Mandon » (13) sur la simplification de l'environnement réglementaire et fiscal des entreprises propose d'améliorer le pacte Dutreil en substituant à cette obligation déclarative, formalité assez contraignante et dangereuse car un oubli, même de bonne foi, peut avoir des conséquences financières dramatiques, une simple « obligation de transmission ou communication à première demande ». Les héritiers d'une entreprise auraient donc seulement à transmettre, lors de leur demande d'exonération fiscale formulée après le décès du chef d'entreprise, cet engagement de conservation aux services fiscaux qui pourraient occasionnellement demander si l'obligation demeure respectée.

Cette mesure permettrait de sécuriser les transmissions au titre desquelles les héritiers et légataires ont bénéficié d'une exonération partielle des droits de mutation.

En résumé, les mesures proposées n'ont qu'un objectif : **garder nos entrepreneurs en France et assurer la pérennité de leurs PME et ETI.**

Créer et développer des PME et des ETI

Développer une culture de l'entrepreneuriat en France

« *Les patrons de nos start-up de demain sont en classe de 5^e aujourd'hui* ».

On affirme volontiers que la France n'aurait pas la culture de la création d'entreprise. Une étude récente menée par l'École centrale de Paris, richement documentée après analyse des réponses de plus de 1 500 centraliens en activité [8], confirme largement ce fait en mettant en exergue tous les freins sociaux, culturels et financiers qui ralentissent cette « innovation vertueuse » dans notre pays. Il faudrait détecter très tôt les profils d'innovateurs (originalité, caractère, persévérance, etc.) et les sensibiliser à l'innovation et la création d'entreprises y compris par les enseignants dès le collège et le lycée. Il serait important de renforcer dans le cursus enseigné, l'**approche inductive** parallèlement au **paradigme déductif**, largement prégnant dans nos enseignements. Une expérience est actuellement en cours dans ce sens, sous couvert de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies, dans le cadre de l'enseignement Intégré de science et technologie au collège. L'ouvrage de Roland Moreno, inventeur de la carte à puce et autodidacte notoire, « **théorie du bordel ambiant** » [9] gagnerait à être lu ou relu !

Une action de fond est donc à lancer auprès des enseignants qui ignorent souvent le monde de l'entreprise et n'en ont en général que l'image négative véhiculée dans certains medias, par exemple en organisant des contacts avec des patrons de PME. Il semble que certaines actions vont dans ce sens (initiative du MEDEF en Alsace : action « les Boss invitent les Profs » ou celle du Palais de la découverte et de la Cité des sciences à travers le projet d'Univers Sciences de sensibilisation des jeunes à l'entrepreneuriat ou encore la semaine nationale de l'industrie).

D'autres actions sont possibles pour développer la **motivation et la formation des jeunes** comme :

- ▶ la mise en place rapide d'un **véritable enseignement de l'anglais** tel qu'on le parle. Il est vraiment navrant de voir remporter des marchés à l'export par de brillants ingénieurs commerciaux bilingues et de constater combien le technicien d'installation peine avec son client car il parle un anglais plus qu'approximatif. De plus, ce technicien qui parlerait un bon anglais pourrait être à son tour un très bon prescripteur pour l'extension future des marchés obtenus. Le cercle vertueux se mettrait en place !
- ▶ la sensibilisation et la formation à l'entrepreneuriat dès le lycée, (ex : les Olympiades des Sciences de l'Ingénieur qui s'adressent aux classes de terminales des lycées qui ont démarré dans certaines régions depuis six ans) ;
- ▶ la création d'unités de valeur d'entrepreneuriat à l'Université ;
- ▶ des actions de mentorat d'entreprise comme aux USA (*Emerging Leader Initiatives*) ou à l'image de ce que fait l'association « Ingénieurs pour le développement » vis-à-vis des pays en voie de développement avec des ingénieurs retraités ;
- ▶ des initiatives locales de mises en relation d'élèves de collèges et de lycées avec des patrons de PME de proximité comme ce qui est fait dans certaines régions (Vendée, Alsace, Rhône-Alpes, Champagne, etc.).

Créer des start-up issues de la recherche publique

La recherche française est excellente, mais le taux de transformation des résultats de la recherche publique en innovation et en création de valeur est particulièrement faible. Le nombre d'entreprises issues de la recherche et leur poids économique restent très limités. Ainsi, un indicateur créé par l'École centrale de Paris (chiffre d'affaires sur 10 ans dégagé par les entreprises créées depuis quinze ans à partir de tous les organismes de recherche publique) est estimé à 96 M€, ce qui est dérisoire. Le système administratif ne doit pas être un blocage pour les retombées économiques de la recherche publique. Que peut-on faire pour corriger cette situation ? Il est proposé de :

- ▶ lutter contre le morcellement de la propriété intellectuelle publique qui peut conduire à des délais de deux à trois ans simplement pour valoriser le brevet. La loi vient d'accorder la priorité à l'hébergeur qui devient le seul décideur, mais il reste le frein lié aux limitations dues à la recherche

d'éventuels **conflits d'intérêts** par la commission de déontologie qui peut prendre de 6 à 18 mois. **Il faut supprimer cette étape ;**

- ▶ motiver les laboratoires de la recherche publique à la création de start-up ou à la mise à disposition de leurs moyens et compétences aux PME. Cette motivation passe **obligatoirement** par une reconnaissance **valorisante** lors de l'évaluation des directeurs de recherche et du laboratoire concerné des dépôts de brevets et des contributions à la création d'entreprises, ce qui devrait permettre une meilleure fluidité entre les mondes académique et économique et faciliterait les transferts de compétences. Signalons dans ce sens les expériences menées dans le cadre des Doctoriales (Académie de Strasbourg) où tous les futurs docteurs sont invités durant trois jours à réfléchir sur la création d'entreprise avec jeux de rôle et conférences données par des industriels et des universitaires. Cette initiative rencontre chaque année un grand succès ;
- ▶ instaurer un **délai maximum** (trois mois par exemple) pour obtenir une réponse des services juridiques de l'organisme de tutelle lorsque le chercheur désire mettre en place une licence d'exploitation d'un brevet déposé par cet organisme. À l'expiration de ce délai, toute réponse négative non motivée ou l'absence de réponse seraient considérées comme un accord tacite pour la délivrance de cette licence d'exploitation. Ce système faciliterait grandement les mises sur orbite de start-up technologiques.

Protéger les PME dans leur phase de croissance

- ▶ Comme c'est le cas aux USA (*Office of Advocacy* nommé par le Président et confirmé par le Congrès), il est fortement suggéré de désigner un **représentant permanent indépendant** auprès du Président de la République ou du Premier ministre pour alerter sur l'impact de toutes les mesures prises, aux niveaux gouvernemental ou régional, sur les PME ;
- ▶ améliorer la **relation entre grands groupes et PME** en France, relation qui est loin d'être au niveau des autres pays européens (ex: Allemagne). Il faut passer, pour ces grands groupes, à un rôle d'entraînement des PME dans les marchés publics, à l'export (chasse en meute), dans l'innovation, etc. Au-delà des actions sur les marchés publics ou les pôles de compétitivité, Il faudrait développer des mécanismes indirects d'incitation soulevant l'intérêt des grands groupes ;

- ▶ il faut améliorer les relations avec les **services achats des grands comptes** (État, collectivités locales, grands groupes) pour sortir de cette politique absurde, y compris pour les grands groupes, de ne considérer que les critères prix-délais dans ces relations. Il faut inclure des paramètres techniques et d'innovation ainsi que l'intérêt à plus long terme de maintenir un réseau de PME performantes ;
- ▶ de façon plus générale, il faudrait lancer des actions de **recherches socio-économiques** sur les PME en France et la singularité de leurs relations avec les grands groupes (voir témoignage de Julien Ulrich dans les Echos du 20 janvier 2014 *TPE et Grands Groupes*). Les sociologues et économistes français sont essentiellement tournés vers les aspects théoriques, mais très peu vers les études de terrain sur le monde des PME/ETI. On pourrait sans doute créer quelques chaires universitaires dans ces domaines ;
- ▶ il faut aussi lutter contre l'attitude très répandue en France chez les patrons de PME de ne pas accepter le partage du capital des entreprises qu'ils ont créées, ce qui est souvent une condition indispensable pour leur croissance.

Exporter

C'est souvent une priorité pour que les PME se développent vraiment, mais ce n'est pas simple. Il faut s'implanter sur ces marchés et être payé. Quelques pistes sont proposées pour accompagner les PME vers l'exportation :

- ▶ les dispositifs d'aide à l'export sont nombreux, mais trop balkanisés. Il faudrait les **mutualiser avec un interlocuteur unique** au niveau des régions (Chambres de commerce et d'industrie, Agences régionales pour l'innovation, etc.) pour venir en aide aux PME. Le rôle et l'efficacité des conseillers scientifiques et/ou commerciaux d'ambassades pour aider concrètement les PME dans les premiers contacts avec leurs nouveaux marchés doivent être remis en question. En général, toute demande de renseignement export sur le pays venant d'une PME est superbement ignorée par ces structures ;
- ▶ il faut inciter les **grands groupes** à apporter une aide à travers leurs antennes et leurs réseaux et favoriser l'accompagnement des PME dans leur démarche d'exportation à l'image de ce que l'on trouve en Allemagne. En effet, les grands groupes allemands qui exportent organisent très souvent autour de leur base pays un « village PME » qui accueille les PME que le groupe entraîne avec lui et qui dispose de toutes les facilités induites par le grand groupe ;

- ▶ une autre possibilité est d'utiliser les diplômés étrangers des **réseaux d'anciens élèves**, lorsqu'ils existent, pour nouer des contacts. Ces réseaux existent dans les grandes écoles, mais sont pratiquement inexistantes dans les universités et ne sont guère utilisés pour cet objectif.

Sécuriser l'innovation

L'innovation pour une PME n'est pas uniquement technologique. Elle peut être également commerciale, marketing, organisationnelle... La propriété intellectuelle constitue un actif de l'entreprise et a, de ce fait, une vraie valeur intrinsèque. Cependant, la protection par brevet ou dépôt de marque n'est qu'un des moyens de protéger son innovation et il faut en connaître les limites. En principe, un brevet garantit la liberté de faire et celle d'interdire. En pratique, seule la liberté de faire est réaliste et permet l'exploitation de l'innovation. La protection vis-à-vis de la concurrence (liberté d'interdire) est par contre très difficile à réaliser surtout à l'étranger. Elle est longue, coûteuse, aléatoire et peu accessible pour une PME. Une autre stratégie peut être l'innovation permanente qui constitue une protection par l'avance constante vis-à-vis de la concurrence.

D'autre part, l'innovation est de plus en plus ouverte. Les grands groupes en sont bien convaincus aujourd'hui et le syndrome du NIH (*Not Invented Here*) tend à disparaître. L'innovation ouverte peut prendre deux aspects : trouver dans les bases de connaissances des idées ou technologies nouvelles ou existantes transposables dans l'activité de la PME, ou lancer des collaborations avec des organismes extérieurs (laboratoires de recherche, clients, fournisseurs, etc.) sur des problématiques spécifiques de l'entreprise. Dans les deux cas, les PME ont de plus en plus de mal à en profiter. Deux raisons à cela :

- ▶ **le sourcing des partenaires en amont** de la démarche. 70 à 80 % du savoir technologique est dans les bases de données de brevets. Celles-ci sont très difficiles d'accès pour les PME bien que l'INPI ait totalement numérisé ces bases. D'autre part, il est difficile pour les PME d'avoir accès aux laboratoires publics qui peuvent avoir des réponses aux questions qu'elles se posent. Quatre types d'actions sont proposés :
 - ▷ **formation en amont** pour sensibiliser à la propriété intellectuelle ex : Institut national pour la propriété intellectuelle, Chambres de commerce

et d'industrie, Institut européen entreprises et propriété Intellectuelle... qui doivent être renforcées dans cette mission,

- ▷ analyse des brevets : une aide pourrait être apportée par des dispositifs régionaux **d'aide à l'intelligence économique** comme cela se fait dans certaines régions (ex : Alsace) avec des experts de haut niveau. Ils pourraient être portés par des structures existantes avec des tickets « veille économique » pour les PME,
- ▷ mise en relation avec la recherche publique grâce à la mise en place d'une structure de **référénts pour l'innovation en entreprise (R. I. E.)** composée par exemple de jeunes diplômés (docteurs, ingénieurs, DUT ou BTS...) telle que proposée dans la communication à l'Académie des technologies « Libérer l'innovation dans les PME/ETI ». Ce métier est à créer ! Une structure nationale légère d'évaluation pourra être mise en place pour, entre autre, collecter, comparer et diffuser les bonnes pratiques. Cette nouvelle structure pourrait être adossée aux nouveaux contrats de génération, qui allient l'expérience d'un ancien de l'entreprise à un jeune embauché avec des aides à l'embauche pour la PME,
- ▷ mise en place d'une aide au dépôt d'un brevet américain sur critères certains, par exemple obtention d'un brevet français ou dépôt d'une demande de brevet européen ;
- ▶ la **sécurisation en aval** des contrats de partenariat. La rédaction de contrats ou d'accords de partenariat peut être un frein rédhibitoire pour de nombreuses PME qui renoncent ainsi à **l'innovation ouverte** de crainte de voir les fruits de l'innovation collaborative captés par les grands groupes. Une idée serait d'avoir des **canevas juridiques** ou **accords-types** permettant de simplifier la rédaction d'accords de partenariat et un dispositif de **ticket « conseil juridique »** qui pourrait être proposé par les guichets uniques régionaux évoqués plus haut.

Aujourd'hui, la diffusion des technologies semble très favorable aux PME/ETI par rapport aux grands groupes (exemple : la fabrication additive sur imprimante 3D), ce qui renforce l'importance de l'innovation ouverte pour les PME/ETI. De même, la mise en place du brevet unitaire européen devrait apporter des simplifications appréciables pour la protection des PME dans leur politique de protection intellectuelle. Cette réforme, adoptée par vingt-cinq des vingt-sept pays européens,

devrait diminuer le coût d'obtention du brevet. Elle s'accompagnera de la mise en place d'une cour européenne des brevets, dont le premier niveau sera localisé principalement à Paris.

Il faut aider les PME à entrer dans l' « open innovation »

Conclusion

Les quelques propositions faites dans le cadre de cette étude n'ont certainement pas de caractère exhaustif et ne suffiront sans doute pas à elles seules pour créer un véritable *Small Business Act* français. Certaines d'entre elles sont actuellement à l'étude au niveau gouvernemental comme le *crowd funding*. Elles devraient néanmoins permettre de progresser vers le principal objectif à long terme : restaurer un **climat général de confiance** de la société française envers les entrepreneurs et l'entreprise et créer une **culture de l'entrepreneuriat** qui manque cruellement aujourd'hui pour créer et développer des entreprises au niveau de nos principaux concurrents.

On peut noter également que des assises PME sont prévues au début de l'année 2014, organisées par le ministère à la suite des récentes assises de l'entrepreneuriat.

BIBLIOGRAPHIE

1. « *Créativité et innovation dans les territoires* », Michel Godet, Philippe Durance, Marc Mousli, rapport du Conseil d'Analyse Economique, de la DATAR et de l'Académie des technologies, la documentation française, 2010
2. « *Dynamiser l'innovation par la recherche et la technologie : le cas des régions* » Serge Bercovici, François de Charentenay, Yves Farge, Communication de l'Académie des technologies, janvier 2012
3. « *PME, technologie et développement* » communication à l'Académie des technologies (2010)
4. « *Libérer l'innovation dans les PME/PMI* », Serge Bercovici, Christian Brevard, Yves Farge, rapport d'étape GT Innovation et PME, communication à l'Académie des technologies, octobre 2012
5. « *Une contribution à la question des start-up technologiques* » Christian Brevard, Paul Caseau, Yves Farge, Jacques Lewiner, Jean-Claude Millet, Roger Pellenc et Joseph Puzo, communication à l'Académie des technologies
6. « *L'art d'innover dans les PME technologiques industrielles* » Jean Claude Millet
7. « *PME, technologie et développement* » Christian Marbach, Communication à l'Académie des technologies
8. « *8 priorités pour dynamiser l'innovation* », Association des centraliens, Think Tank Innovation, Armand Colin éditeur, 2011
9. « *Théorie du bordel ambiant* », Roland Moreno, L'Archipel éditeur, 2002

10. « *L'accès des PME aux marchés publics* », Lionel Stoléru, rapport au Président de la République, 5 décembre 2007
11. « *Pacte pour la compétitivité de l'industrie française* », Louis Gallois, rapport au Premier ministre, 5 novembre 2012
12. « *Rapport sur le financement des PME-ETI par le marché financier* », Gérard Rameix et Thierry Giami, rapport au ministre de l'économie, des finances et de l'industrie, Novembre 2011
13. « *Mieux simplifier ; la simplification collaborative* » Thierry Mandon, Rapport au Premier ministre, juillet 2013

LISTE DES PERSONNES INTERVIEWÉES

Bernard Daugeras

président du directoire d'Auriga Partners

Jacques Freidel

ex-président de la CGPME

Yves Fouchet

directeur d'un cabinet d'expertise comptable, ex-président des CIC de Versailles et de la Région Île de France, président de CESI entreprendre

Philippe Mathot

créateur de trois entreprises, ex-député, ex-directeur de l'Agence pour la création d'entreprises

Jacques Lewiner

ex-directeur scientifique de l'ESPCI, créateur d'un fonds George Charpak pour la création d'entreprises par les chercheurs

Manoelle Lepoutre

responsable développement durable/environnement du groupe Total, en charge de la mise en place de start-up internes et d'une structure de venture capital, membre du comité directeur de Total

Bernard Saunier

président de BSR Technologies

Antoine Dintrich

*directeur général de l'IEEPI, Institut européen
entreprise et propriété intellectuelle*

André Letowski

expert en création de petites entreprises

Bruno Revellin-Falcoz

*membre du governing board de l'ÉIT,
Institut européen pour l'innovation et la technologie*

Bernard Tramier

*ex-directeur développement durable de Total, président de l'Union
régionale des Ingénieurs et scientifiques de Provence*

Joseph Puzo

président-directeur général d'AXON CABLE SAS

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE

Les travaux de l'Académie des technologies sont l'objet de publications réparties en quatre collections¹ :

- ▶ Les rapports de l'Académie : ce sont des textes rédigés par un groupe de l'Académie dans le cadre du programme décidé par l'Académie et suivi par le Comité des travaux. Ces textes sont soumis au Comité de la qualité, votés par l'Assemblée, puis rendus publics. On trouve dans la même collection les avis de l'Académie, également votés en Assemblée, et dont le conseil académique a décidé de la publication sous forme d'ouvrage papier. Cette collection est sous couverture bleue.

¹ - Les ouvrages de l'Académie des technologies publiés entre 2008 et 2012 peuvent être commandés aux Éditions Le Manuscrit (<http://www.manuscrit.com>). La plupart existent tant sous forme matérielle que sous forme électronique.
- Les titres publiés à partir de janvier 2013 sont disponibles en librairie et sous forme de ebook payant sur le site de EDP sciences (<http://www.edition-sciences.com>). À échéance de six mois ils sont téléchargeables directement et gratuitement sur le site de l'Académie.
- Les publications plus anciennes n'ont pas fait l'objet d'une diffusion commerciale, elles sont consultables et téléchargeables sur le site public de l'Académie www.academie-technologies.fr, dans la rubrique « Publications ». De plus, l'Académie dispose encore pour certaines d'entre elles d'exemplaires imprimés.

- ▶ Les communications à l'Académie sont rédigées par un ou plusieurs Académiciens. Elles sont soumises au Comité de la qualité et débattues en Assemblée. Non soumises à son vote elles n'engagent pas l'Académie. Elles sont rendues publiques comme telles, sur décision du Conseil académique. Cette collection est publiée sous couverture rouge.
- ▶ Les « Dix questions à ... et dix questions sur ... » : un auteur spécialiste d'un sujet est sélectionné par le Comité des travaux et propose dix à quinze pages au maximum, sous forme de réponses à dix questions qu'il a élaborées lui-même ou après discussion avec un journaliste de ses connaissances ou des collègues (Dix questions à ...). Ce type de document peut aussi être rédigé sur un thème défini par l'Académie par un académicien ou un groupe d'académiciens (Dix questions sur ...). Dans les deux cas ces textes sont écrits de manière à être accessibles à un public non-spécialisé. Cette collection est publiée sous une couverture verte.
- ▶ Les grandes aventures technologiques françaises : témoignages d'un membre de l'Académie ayant contribué à l'histoire industrielle. Cette collection est publiée sous couverture jaune.
- ▶ Par ailleurs, concernant les Avis, l'Académie des technologies est amenée, comme cela est spécifié dans ses missions, à remettre des Avis suite à la saisine d'une collectivité publique ou par auto saisine en réaction à l'actualité. Lorsqu'un avis ne fait pas l'objet d'une publication matérielle, il est, après accord de l'organisme demandeur, mis en ligne sur le site public de l'Académie.
- ▶ Enfin, l'Académie participe aussi à des co-études avec ses partenaires, notamment les Académies des sciences, de médecine, d'agriculture, de pharmacie...

Tous les documents émis par l'Académie des technologies depuis sa création sont répertoriés sur le site www.academie-technologies.fr. La plupart sont peuvent être consultés sur ce site et ils sont pour beaucoup téléchargeables.

Dans la liste ci-dessous, les documents édités sous forme d'ouvrage imprimé commercialisé sont signalés par une astérisque. Les publications les plus récentes sont signalées sur le site des éditions. Toutes les publications existent aussi sous forme électronique au format pdf et pour les plus récentes au format ebook.

AVIS DE L'ACADÉMIE

1. Brevetabilité des inventions mises en œuvre par ordinateurs : avis au Premier ministre – juin 2001
2. Note complémentaire au premier avis transmis au Premier ministre – juin 2003
3. Quelles méthodologies doit-on mettre en œuvre pour définir les grandes orientations de la recherche française et comment, à partir de cette approche, donner plus de lisibilité à la politique engagée ? – décembre 2003
4. Les indicateurs pertinents permettant le suivi des flux de jeunes scientifiques et ingénieurs français vers d'autres pays, notamment les États-Unis – décembre 2003
5. Recenser les paramètres susceptibles de constituer une grille d'analyse commune à toutes les questions concernant l'énergie – décembre 2003
6. Commentaires sur le Livre Blanc sur les énergies – janvier 2004
7. Premières remarques à propos de la réflexion et de la concertation sur l'avenir de la recherche lancée par le ministère de la Recherche – mars 2004
8. Le système français de recherche et d'innovation (SFRI). Vue d'ensemble du système français de recherche et d'innovation – juin 2004
 - Annexe 1 – La gouvernance du système de recherche
 - Annexe 2 – Causes structurelles du déficit d'innovation technologique. Constat, analyse et proposition.
9. L'enseignement des technologies de l'école primaire aux lycées – septembre 2004
10. L'évaluation de la recherche – mars 2007
11. L'enseignement supérieur – juillet 2007
12. La structuration du CNRS – novembre 2008
13. La réforme du recrutement et de la formation des enseignants des lycées professionnels – Recommandation de l'Académie des technologies – avril 2009
14. La stratégie nationale de recherche et l'innovation (SNRI) – octobre 2009
15. Les crédits carbone – novembre 2009
16. Réduire l'exposition aux ondes des antennes-relais n'est pas justifié scientifiquement : mise au point de l'Académie nationale de médecine, de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies – décembre 2009
17. Les biotechnologies demain – juillet 2010
18. Les bons usages du Principe de précaution – octobre 2010

19. La validation de l'Acquis de l'expérience (VAE) – janvier 2012
20. Mise en œuvre de la directive des quotas pour la période 2013–2020 – mars 2011
21. Le devenir des IUT – mai 2011
22. Le financement des start-up de biotechnologies pharmaceutiques – septembre 2011
23. Recherche et innovation : Quelles politiques pour les régions ? – juillet 2012
24. La biologie de synthèse et les biotechnologies industrielles (blanches) – octobre 2012
25. Les produits chimiques dans notre environnement quotidien – octobre 2012
26. L'introduction de la technologie au lycée dans les filières d'enseignement général – décembre 2012
27. Évaluation de la recherche technologique publique – février 2013
28. L'usage de la langue anglaise dans l'enseignement supérieur – mai 2013

RAPPORTS DE L'ACADÉMIE

1. Analyse des cycles de vie – octobre 2002
2. Le gaz naturel – octobre 2002
3. Les nanotechnologies : enjeux et conditions de réussite d'un projet national de recherche – décembre 2002
4. Les progrès technologiques au sein des industries alimentaires – Impact sur la qualité des aliments / La filière lait – mai 2003
5. *Métrologie du futur – mai 2004
6. *Interaction Homme-Machine – octobre 2004
7. *Enquête sur les frontières de la simulation numérique – juin 2005
8. Progrès technologiques au sein des industries alimentaires – la filière laitière, rapport en commun avec l'Académie d'agriculture de France – 2006
9. *Le patient, les technologies et la médecine ambulatoire – avril 2008
10. *Le transport de marchandises – janvier 2009 (version anglaise au numéro 15)
11. *Efficacité énergétique dans l'habitat et les bâtiments – avril 2009 (version anglaise au numéro 17)
12. *L'enseignement professionnel – décembre 2010
13. *Vecteurs d'énergie – décembre 2011 (version anglaise au numéro 16)
14. *Le véhicule du futur – septembre 2012 (publication juin 2013)

15. *Freightsystems (version anglaise du rapport 10 le transport de marchandises) – novembre 2012
16. *Energy vectors – novembre 2012 (version anglaise du numéro 13)
17. *Energy Efficiency in Buildings and Housing – novembre 2012 (version anglaise du numéro 11)
18. *Les grands systèmes socio-techniques / Large Socio-Technical Systems – ouvrage bilingue, juillet 2013
19. * Première contribution de l'Académie des technologies au débat national sur l'énergie / First contribution of the national academy of technologies of France to the national debate on the Future of energies supply – ouvrage bilingue, juillet 2013
20. Renaissance de l'industrie : construire des écosystèmes compétitifs fondés sur la confiance et favorisant l'innovation - juillet 2014
21. Le Méthane : d'où vient-il et quel est son impact sur le climat ? (à paraître en septembre 2014)

COMMUNICATIONS DE L'ACADÉMIE

1. *Prospective sur l'énergie au XXI^e siècle, synthèse de la Commission énergie et environnement – avril 2004, MàJ décembre 2004
2. Rapports sectoriels dans le cadre de la Commission énergie et environnement et changement climatique :
3. Les émissions humaines – août 2003
 - Économies d'énergie dans l'habitat – août 2003
 - Le changement climatique et la lutte contre l'effet de serre – août 2003
 - Le cycle du carbone – août 2003
 - Charbon, quel avenir ? – décembre 2003
 - Gaz naturel – décembre 2003
 - Facteur 4 sur les émissions de CO₂ – mars 2005
 - Les filières nucléaires aujourd'hui et demain – mars 2005
 - Énergie hydraulique et énergie éolienne – novembre 2005
 - La séquestration du CO₂ – décembre 2005
 - Que penser de l'épuisement des réserves pétrolières et de l'évolution du prix du brut ? – mars 2007
4. Pour une politique audacieuse de recherche, développement et d'innovation de la France – juillet 2004
5. *Les TIC : un enjeu économique et sociétal pour la France – juillet 2005

6. *Perspectives de l'énergie solaire en France – juillet 2008
7. *Des relations entre entreprise et recherche extérieure – octobre 2008
8. *Prospective sur l'énergie au XXI^e siècle, synthèse de la Commission énergie et environnement, version française et anglaise, réactualisation – octobre 2008
9. *L'énergie hydro-électrique et l'énergie éolienne – janvier 2009
10. *Les Biocarburants – février 2010
11. *PME, technologies et développement – mars 2010.
12. *Biotechnologies et environnement – avril 2010
13. *Des bons usages du Principe de précaution – février 2011
14. L'exploration des réserves françaises d'hydrocarbures de roche mère (gaz et huile de schiste) – mai 2011
15. *Les ruptures technologiques et l'innovation – février 2012
16. *Risques liés aux nanoparticules manufacturées – février 2012
17. *Alimentation, innovation et consommateurs – juin 2012
18. Vers une technologie de la conscience – juin 2012
19. Les produits chimiques au quotidien – septembre 2012
20. Profiter des ruptures technologiques pour gagner en compétitivité et en capacité d'innovation – novembre 2012 (à paraître)
21. Dynamiser l'innovation par la recherche et la technologie – novembre 2012
22. La technologie, école d'intelligence innovante. Pour une introduction au lycée dans les filières de l'enseignement général – octobre 2012 (à paraître)
23. Le rôle de la technologie et de la pratique dans l'enseignement de l'informatique, mai 2014
24. Renaissance de l'industrie : recueil d'analyses spécifiques (à paraître en septembre 2014)
25. Réflexions sur la robotique militaire (à paraître octobre 2014)

DIX QUESTIONS POSÉES À...

1. *Les déchets nucléaires – 10 questions posées à Robert Guillaumont – décembre 2004
2. *L'avenir du charbon – 10 questions posées à Gilbert Ruelle – janvier 2005
3. *L'hydrogène – 10 questions posées à Jean Dhers – janvier 2005
4. *Relations entre la technologie, la croissance et l'emploi – 10 questions à Jacques Lesourne – mars 2007

5. *Stockage de l'énergie électrique – 10 questions posées à Jean Dhers – décembre 2007
6. *L'éolien, une énergie du XXI^e siècle – 10 questions posées à Gilbert Ruelle – octobre 2008
7. *La robotique – 10 questions posées à Philippe Coiffet, version franco-anglaise – septembre 2009
8. *L'intelligence artificielle – 10 questions posées à Gérard Sabah – septembre 2009
9. *La validation des acquis de l'expérience – 10 questions posées à Bernard Decomps – juillet 2012
10. Les OGM - 10 questions posées à Bernard Le Buanec - avril 2014

GRANDES AVENTURES TECHNOLOGIQUES

1. *Le Rilsan – par Pierre Castillon – octobre 2006
2. *Un siècle d'énergie nucléaire – par Michel Hug – novembre 2009

HORS COLLECTION

1. Libérer Prométhée – mai 2011

CO-ÉTUDES

1. Progrès technologiques au sein des industries alimentaires – La filière laitière. Rapport en commun avec l'Académie d'agriculture de France – mai 2004
2. Influence de l'évolution des technologies de production et de transformation des grains et des graines sur la qualité des aliments. Rapport commun avec l'Académie d'agriculture de France – février 2006
3. *Longévité de l'information numérique – Jean-Charles Hourcade, Franck Laloë et Erich Spitz. Rapport commun avec l'Académie des sciences – mars 2010, EDP Sciences
4. *Créativité et Innovation dans les territoires – Michel Godet, Jean-Michel Charpin, Yves Farge et François Guinot. Rapport commun du Conseil d'analyse économique, de la Datar et de l'Académie des technologies – août 2010 à la Documentation française

5. *Libérer l'innovation dans les territoires. Synthèse du Rapport commun du Conseil d'analyse économique, de la Datar et de l'Académie des technologies. Créativité et Innovation dans les territoires Édition de poche – septembre 2010 – réédition novembre 2010 à la Documentation française
6. *La Métallurgie, science et ingénierie – André Pineau et Yves Quéré. Rapport commun avec l'Académie des sciences (RST) – décembre 2010, EDP Sciences.
7. Les cahiers de la ville décarbonée en liaison avec le pôle de compétitivité Advancity
8. Le brevet, outil de l'innovation et de la valorisation – Son devenir dans une économie mondialisée – Actes du colloque organisé conjointement avec l'Académie des sciences le 5 juillet 2012 éditions Tec & doc – Lavoisier