Académie des technologies

Première contribution

# La renaissance de l'industrie

## Construire des écosystèmes compétitifs, fondés sur la confiance et favorisant l'innovation

Rapport voté par l'Académie
le 12 mars 2014

Imprimé en France
ISBN : 978-2-7598-1255-4

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 1er 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.

© EDP Sciences 2014

# PRÉFACE

L'industrie est indispensable au développement et à la cohésion de notre pays. Si son industrie décline, la France, faiblement dotée en matières premières et en sources d'énergie, est incapable d'équilibrer sa balance commerciale, 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 l'industrie française, grâce à des technologies différenciatrices, 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 aux demandes diverses.

S'adressant tant aux entreprises qu'aux pouvoirs publics, nos confrères ont identifié quelques leviers d'une renaissance industrielle. 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.

Comme le montre ce rapport, 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'Etat peut contribuer par un soutien au développement et à la diffusion des technologies permettant de répondre à ces enjeux, et en favorisant l'émergence d'écosystèmes où entreprises, pouvoirs publics, établissements d'enseignement et de recherche construisent des relations confiantes au service d'un développement commun harmonieux.

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

N. B. En complément de ce rapport l'Académie publie un recueil d'analyses d'Académiciens, spécifiques à l'évolution de certains secteurs d'activité, ou encore à la mise en œuvre de modalités particulières et qui ont servi de base à l'élaboration de ce document.

# CONTRIBUTEURS

Olivier Appert, Christian de Boissieu, Alain Bravo, Alain Bugat, Pierre Castillon, Thierry Chambolle, François de Charentenay, Bernard Daugeras, Pierre Lamicq, Michael Matlosz, Pascal Morand, Jean-Claude Raoul, Erich Spitz et Thierry Weil (rapporteur), membres de l'Académie des technologies,

ainsi qu'Élisabeth Caze et Gérard Séné, secrétaires scientifiques,

*ont coordonné ce travail réalisé sous l'autorité du comité des travaux de l'Académie, à partir de leurs investigations et discussions et des contributions et témoignages de :*

Pierre-Étienne Bost, Bernard Decomps, Yves Caseau, Michel Courtois, Marko Erman, Yves Farge, Pierre Feillet, Armand Hatchuel, Pierre Monsan, Roger Pellenc, Alain Pompidou, Marc Roquette, Gérard Roucairol, Germain Sanz, Daniel Thomas, Bernard Tramier, Roland Vardanega, membres de l'Académie des technologies,

et de *l'ensemble des participants au séminaire annuel* des 9 et 10 octobre 2013.

# SOMMAIRE

1 Résumé des messages clés

4 Principales recommandations aux entreprises

5 Principales recommandations aux pouvoirs publics

7 Introduction

9 Plan synoptique du rapport

11 Sources et auteurs

13 La France a besoin d'une industrie compétitive
13 Pourquoi avons-nous besoin d'une industrie compétitive ?
16 Remédier à la faible compétitivité française

21 Réinventer les entreprises industrielles
22 Le nouveau cadre de l'industrie
25 S'appuyer sur de nouveaux usages pour reprendre l'avantage
27 Les transformations de l'entreprise

35 Construire des écosystèmes et des réseaux
36 Le besoin d'une approche coordonnée pour saisir certaines opportunités

41 Former aux métiers qualifiés et évolutifs de l'industrie

47 Encourager une recherche technologique ouverte
49 Qu'est-ce que la recherche technologique ?
51 Les difficultés à surmonter
52 Mesures pour renforcer notre recherche technologique et valorisation économique des travaux de la recherche publique
54 Inciter les entreprises à faire de la recherche technologique

57 Financer le développement technologique et industriel
58 Mesures fiscales en faveur des placements risqués et patients
59 Les institutions
61 Un marché boursier adapté aux entreprises technologiques
62 Le financement de la protection sociale

65 Entretenir un environnement favorable à l'industrie
66 Une meilleure connaissance des enjeux de l'industrie
67 Les infrastructures
68 Le coût des ressources
70 La réglementation
74 Autres recommandations pour l'action publique

77 Rassembler les énergies sur quelques paris ambitieux
78 La méthode d'analyse
80 Réponse aux défis sociétaux et transformation de certaines activités
84 Les technologies diffusantes transformant les autres activités
85 Quelques autres opportunités et niches
86 Le retour en grâce d'un certain volontarisme industriel

89 Conclusion

91 Glossaire

95 Bibliographie

101 Publications de l'Académie

## RECOMMANDATIONS AUX ENTREPRISES

Innovation

**Fonctionnalités**

Enrichir son offre grâce aux nouveaux usages et aux nouvelles technologies

**Frugalité**

Excellence opérationnelle

**Fast! (time to market)**

Agilité et réactivité

**Écosystèmes**

Clusters (pôles…)
Filières, réseaux

**Formation**

Organiser les évolutions professionnelles

**Responsabilisation**

Confiance et initiative

## RECOMMANDATIONS AUX POUVOIRS PUBLICS

**Formation**

Promouvoir la confiance, l'intiative, l'exploration, les projets collectifs, les savoirs pratiques

**Recherche et finalités**

Évaluation équilibrée des activités des chercheurs.
Relations public-privé plus fluides

**Financement**

Fiscalité stable encourageant l'investissement patient et risqué

**Faciliter l'activité des entreprises**

Infrastructures, réglementation, développement des écosystèmes

**Soutenir les filières émergentes**

Aider les entreprises à reprendre l'avantage en s'appuyant sur de nouveaux usages (réglementation, soutien des filières…)

# RÉSUMÉ DES MESSAGES CLÉS

*Construire des écosystèmes compétitifs, fondés sur la confiance et favorisant l'innovation.*

**L'industrie est indispensable au développement, à la cohésion et à la souveraineté de notre pays.** Sans industrie, la France, faiblement dotée en matières premières et en sources d'énergie, est incapable d'équilibrer sa balance commerciale et s'endette. Sans base industrielle large, les inégalités économiques s'accroissent entre une élite géographiquement très mobile et une masse de fournisseurs de prestations locales.

Si nous nous engageons plus avant dans une spirale de perte de compétitivité, des pans entiers de notre industrie s'étioleront faute d'investissements suffisants ; des savoir-faire collectifs qu'il faut plusieurs décennies pour constituer disparaîtront, rendant un rebond éventuel beaucoup plus problématique.

Pour redevenir suffisamment **compétitive,** l'industrie française doit **monter en gamme**, grâce à des produits innovants, des procédés performants et des services associés permettant de garantir un haut niveau de qualité et une offre adaptée à des exigences diverses, ou développer des processus lui permettant de **réduire ses coûts**.

Cette montée en gamme ou cette réduction des coûts reposent d'abord sur l'initiative individuelle des entreprises, leur capacité d'**innovation,** leur **excellence**

**opérationnelle** dans la production, la commercialisation, la distribution et la gestion. Face aux évolutions rapides du marché, de la technologie et de l'environnement, elles doivent privilégier une **organisation agile** des processus d'innovation et des opérations. Une large délégation des décisions à des responsables locaux suffisamment qualifiés et la capacité d'adaptation d'une main d'œuvre bien formée leur permettent de saisir des opportunités, de réagir vite aux évolutions imprévues. La fluidité des échanges mondiaux **favorise les plus rapides**.

Or, pour répondre à un nouveau besoin ou créer celui-ci, une entreprise doit rassembler des ressources diverses. Elle gagnera un temps précieux si elle peut **s'appuyer sur un écosystème** avec lequel elle a établi des relations de coopération efficaces. Celui-ci peut être constitué d'un **réseau de fournisseurs** d'idées, de compétences, de produits et de services complémentaires, géographiquement proches ou non, ainsi que **d'utilisateurs** exigeants participant à la définition et à la conception des produits et services qu'ils souhaitent. Cet écosystème peut prendre la forme d'un cluster localisé (pôle de compétitivité), du réseau étendu de communautés techniques ou professionnelles, de dispositifs de concertation entre des acteurs d'une même filière. Les entreprises peuvent jouer un rôle majeur dans la mise en place de tels réseaux de coopération. Si elles ont su construire des relations de **confiance**, elles pourront mobiliser les ressources des autres acteurs du réseau au service de leur développement.

Les pouvoirs publics peuvent également favoriser l'émergence de ces écosystèmes. Plus largement, ils soutiennent la compétitivité de leur territoire en veillant au **développement des compétences** (la formation des personnes que les entreprises feront travailler), des **connaissances** (l'accès à une recherche publique de qualité, ouverte aux collaborations avec les entreprises), des **infrastructures** (de transport et de communication). Ils peuvent définir un **cadre réglementaire et fiscal favorable et stable** qui encourage l'investissement dans des projets industriels.

Au-delà de ce climat général favorable, fondé sur la prise de **conscience collective de l'importance du développement des entreprises** pour le bien-être commun, les pouvoirs publics peuvent stimuler l'innovation et le développement industriel dans quelques domaines où le simple jeu du marché ne permettra pas de conserver ou de **reprendre l'avantage, en s'appuyant sur de nouveaux usages** et en stimulant le développement et la diffusion de technologies émergentes, pour rattraper nos retards ou consolider nos atouts. Nous évoquerons quelques exemples dans les domaines de la transition énergétique, de l'alimentation ou des textiles.

Ce rapport cherche à donner une vue d'ensemble, s'appuyant sur la diversité et la complémentarité des expériences des académiciens. Il vise la cohérence et la pertinence plus que l'originalité. Certaines recommandations recouvrent donc des démarches déjà en cours. Des discussions approfondies avec l'ensemble des personnes concernées sont indispensables avant toute mise en œuvre des propositions présentées.

L'Académie des technologies est prête à s'y associer, afin de faciliter le développement en France d'une industrie créatrice de richesse pour toutes ses parties prenantes, respectueuse de ses salariés, sobre en ressources et attentive à ses impacts, soucieuse de la qualité et de la sécurité de ses procédés et de ses produits, moteur du développement durable des territoires sur lesquels elle est implantée.

## PRINCIPALES RECOMMANDATIONS AUX ENTREPRISES

Nos études de cas montrent que des entreprises ont pu substantiellement améliorer leur compétitivité en combinant trois approches :

- différencier leur offre, par la qualité et les fonctionnalités des produits et des services qui les accompagnent, grâce à une bonne maîtrise des processus de conception et d'innovation, en impliquant les utilisateurs pour identifier les nouveaux usages ;
- viser l'excellence opérationnelle et la maîtrise des coûts par des méthodes de management frugal étendues à toute la chaîne de valeur, l'intégration des technologies de l'information (y compris dans les relations avec les clients et les fournisseurs) et la modernisation de l'appareil de production ;
- développer leur agilité, grâce à des circuits de décision courts, une capacité d'initiative au plus près du terrain, le droit à l'expérimentation et à l'erreur, pour mettre rapidement sur le marché de nouveaux produits et services.

Ces actions reposent sur deux investissements structurants :

- s'impliquer dans des écosystèmes et réseaux (pôles de compétitivité, filières, communautés technologiques) et y puiser les compétences et ressources complémentaires pour s'adapter aux évolutions des techniques, des marchés et des concurrents et mettre rapidement sur le marché des offres innovantes ;
- soutenir la formation tout au long de la vie pour développer les capacités des salariés, leur donner plus d'autonomie et de responsabilité et permettre des trajectoires évolutives rendant les carrières dans l'industrie plus attractives.

## PRINCIPALES RECOMMANDATIONS AUX POUVOIRS PUBLICS

- Repenser la pédagogie et les contenus de la formation, initiale et tout au long de la vie, pour développer la confiance en soi, encourager l'initiative et l'exploration, en valorisant les savoirs pratiques, le travail collectif, la réalisation de projets.
- Encourager la recherche technologique grâce à une évaluation équilibrée de l'ensemble des activités des chercheurs d'établissements publics et en facilitant les relations entre l'industrie et la recherche publique.
- Encourager fiscalement les placements patients et risqués qui permettent de financer les investissements des entreprises.
- Entretenir un environnement favorable (infrastructures de transport et de communication, réglementation…).
- Encourager le développement d'écosystèmes et de réseaux et soutenir quelques paris technologiques permettant à notre industrie de reprendre l'avantage en s'appuyant sur des usages nouveaux ou en fort développement.

# INTRODUCTION

À l'occasion de son séminaire annuel d'octobre 2013, l'Académie des technologies a mobilisé ses membres pour réfléchir aux moyens de favoriser la renaissance de l'industrie en France.

Plusieurs groupes de travail se sont constitués, pour analyser des cas de succès et d'échec, au niveau d'une entreprise, d'un bassin d'emploi ou d'un secteur industriel, pour discuter des opportunités liées à un domaine et pour approfondir des sujets transversaux (formation, recherche technologique, financement).

Ce rapport présente une synthèse de leurs conclusions. Des annexes rendant compte des travaux des groupes thématiques sont disponibles sur le site de l'Académie.

Après avoir rappelé pourquoi nous avons besoin d'une industrie compétitive (chapitre 1), ce rapport discute de la manière dont les entreprises peuvent acquérir **l'agilité** nécessaire pour saisir les opportunités liées à l'évolution des technologies et des marchés et mettre **rapidement sur le marché** mondial des produits innovants (chapitre 2).

Il apparaît que l'entreprise est de plus en plus dépendante des ressources qu'elle tire de son territoire et de ses réseaux. La compétition mondiale n'oppose plus seulement des entreprises isolées, mais des territoires ou des réseaux de partenaires, des **écosystèmes** (chapitre 3).

La montée en gamme de nos productions et l'efficience opérationnelle permettant de produire à un coût compétitif reposent notamment sur une **main d'œuvre**

**mieux formée**, capable de s'adapter aux évolutions des techniques, de se spécialiser sur les tâches à haute valeur ajoutée. Nous discutons de la manière de développer les compétences requises, dans la formation initiale et tout au long de la vie professionnelle (chapitre 4).

La différenciation repose aussi sur l'**innovation**, qui dépend pour une part de développements technologiques, même lorsqu'il s'agit de mettre en œuvre des innovations non technologiques, comme la banque en ligne ou le meuble à monter soi-même. Or nous verrons que la **recherche technologique** et son impact peuvent être considérablement renforcés dans notre pays (chapitre 5).

Conserver une industrie prospère ne repose pas seulement sur le maintien du tissu existant mais aussi sur son nécessaire renouvellement. Or, si beaucoup d'entreprises sont créées en France, elles ont du mal à trouver les **financements** nécessaires à leur développement (chapitre 6).

La formation, la recherche technologique et l'accès au financement ne suffisent pas et le chapitre 7 aborde d'autres facteurs favorables au développement et à la résilience de notre base industrielle, au niveau des infrastructures (énergie, transports ou réseaux de communication à haut débit), des institutions ou, enfin, de la culture et de l'attitude générale de la société face à l'industrie, à la technologie et à leurs enjeux.

Après ces considérations transversales, nous évoquons quelques marchés qui peuvent constituer des opportunités pour le redéploiement de notre industrie, parfois avec le soutien d'une politique ciblée (chapitre 8).

Insistons sur le fait que les politiques ciblées plus ou moins interventionnistes sont d'autant plus efficaces qu'elles s'appuient sur un environnement favorable : cohésion sociale, infrastructures de qualité (éducation, recherche, énergie, transports…), consensus sur l'importance de la compétitivité, envie d'entreprendre et de prendre des risques, intérêt pour l'innovation, confiance dans les institutions, réglementation et fiscalité lisibles et stables.

# PLAN SYNOPTIQUE DU RAPPORT

Chapitre 1. Pourquoi la France a besoin d'une industrie compétitive

**Facteurs de compétitivité**

**liés aux entreprises**

**liés aux pouvoirs publics**

Chapitre 2. Différencier son offre, maîtriser des coûts, être agile à l'innovation sur les produits, les procédés et les organisations

Chapitre 3. Construire des écosystèmes et des réseaux

Chapitre 4. Préparer aux métiers qualifiés de l'industrie, par une formation initiale et continue développant l'initiative et le travail collectif, organiser des trajectoires professionnelles évolutives

Chapitre 5. Encourager une recherche technologique ouverte

Chapitre 6. Apporter à l'industrie des financements, grâce à une fiscalité encourageant les investissements patients et risqués

Chapitre 7. Entretenir un environnement favorable à l'industrie (infrastructures, réglementation, connaissance des entreprises…)

Chapitre 8. Rassembler les énergies sur quelques paris ambitieux

# SOURCES ET AUTEURS

Ce document est le résultat d'un travail collectif de l'Académie des technologies, qui s'appuie sur les débats et auditions de quatre groupes de travail transversaux et sur le séminaire annuel de l'Académie des 9 et 10 octobre 2013 au cours duquel ont été organisés :

- les témoignages de Louis Gallois (commissaire général à l'investissement), Olivier Piou (PDG de Gemalto), Charles Wessner (Bureau des politiques scientifiques, techniques et économiques des Académies des sciences et des technologies des États-Unis)
- Cinq ateliers sur les sujets des groupes de travail transversaux décrits ci-dessous ;
- Six ateliers thématiques portant respectivement sur le stockage d'énergie, la chimie du végétal, l'usine du futur, la médecine personnalisée, le bâtiment et les matériaux ;
- ainsi que sur les contributions thématiques de nombreux membres de l'Académie.

Un comité de pilotage composé des animateurs des groupes transversaux (cités ci-dessous), ainsi que d'Olivier Appert, Pierre Castillon, Elisabeth Caze, Thierry Chambolle, François de Charentenay, Pierre Lamicq, Jean-Claude Raoul et Thierry Weil, a coordonné les travaux, préparé le séminaire, élaboré ce document de synthèse à partir des résultats de groupes de travail transversaux portant sur :

- l'analyse de cas d'entreprise ou d'écosystème industriels, réalisée par Alain Bravo et Gérard Séné ;

- le financement des entreprises et des technologies, par Christian de Boissieu et Bernard Daugeras ;
- les besoins en compétences et la formation, par Michael Matlosz avec la contribution d'Armand Hatchuel ;
- la réflexion sur le choix des paris technologiques à engager, et sur la manière de reprendre l'avantage en s'appuyant sur des usages nouveaux ou en fort développement, animée par Alain Bugat, Erich Spitz et Pascal Morand.

La recherche technologique n'a pas fait l'objet d'un groupe de travail spécifique, mais un atelier lui a été consacré pendant le séminaire, animé par Gérard Roucairol.

Outre les 80 académiciens et invités présents au séminaire que nous ne pouvons tous remercier ici, Pierre-Étienne Bost, Bernard Decomps, Yves Caseau, Michel Courtois, Marko Erman, Yves Farge, Pierre Feillet, Pierre Monsan, Alain Pompidou, Gérard Roucairol, Germain Sanz, Bernard Tramier, Roland Vardanega ont envoyé des contributions thématiques spécifiques dont Muriel Beauvais et Alain Bugat ont réalisé une synthèse et Roger Pellenc, Marc Roquette, Daniel Thomas ont été auditionnés.

La Fabrique de l'industrie, les secrétaires scientifiques et le comité de la qualité de l'Académie présidée par Jean Frêne ont contribué à la documentation, la rédaction ou à la relecture critique de la synthèse et des annexes.

*Chapitre 1*

# LA FRANCE A BESOIN D'UNE INDUSTRIE COMPÉTITIVE

La France doit produire plus de biens qu'elle n'en consomme, et pour cela redresser la compétitivité de son industrie, qui dépend de multiples facteurs : qualité et coût des ressources, environnement réglementaire et fiscal, qualité du dialogue social, attitudes vis-à-vis de l'industrie et des grands défis sociétaux…

## Pourquoi avons-nous besoin d'une industrie compétitive ?

**La France ne peut rester un pays prospère et souverain que si elle produit plus qu'elle ne consomme**, et peut ainsi équilibrer sa balance commerciale[1]. Or elle importe la plupart de ses matières premières et de ses sources d'énergie,

[1] Seuls les États-Unis, parce qu'ils émettent la principale monnaie servant aux paiements internationaux et parce que le commerce mondial croît plus vite que la production, peuvent avoir depuis longtemps une balance commerciale déficitaire : une partie des dollars servant à payer leurs importations reste durablement en dehors de l'économie américaine.

pour un coût[2] très supérieur au solde de la balance des services[3]. Elle doit donc exporter plus de biens qu'elle n'en importe.

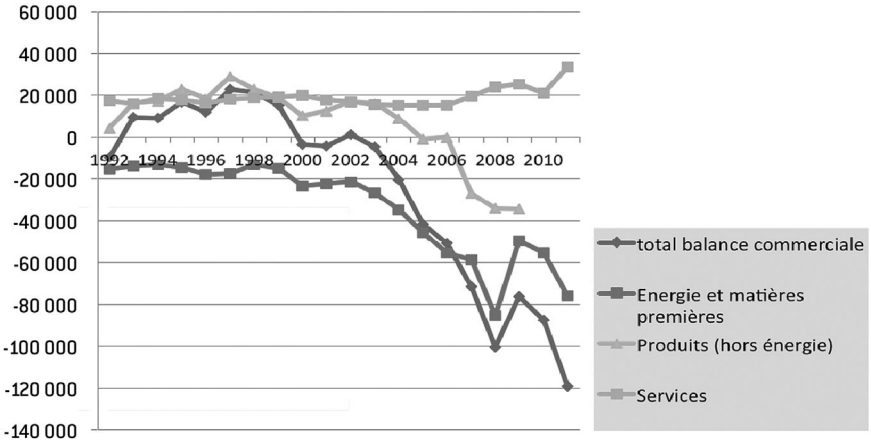


Figure 1 : Évolution des composantes de la balance commerciale en France.
Source : données OCDE, en millions de dollars, traitement La Fabrique de l'industrie.

La mondialisation conduit à produire les biens dont la fabrication demande beaucoup de main d'œuvre dans les pays à bas salaires, tandis que l'Europe vend aux pays émergents à forte croissance des biens d'équipement (machines, usines équipées, avions) et des produits de prestige comme les voitures de marque renommée ou les articles de luxe. La balance des paiements globale de l'Europe est ainsi à peu près équilibrée, mais, au sein de l'Europe, l'Allemagne a une balance commerciale très excédentaire, tandis que la France décroche. Certes, elle est bien positionnée sur les industries de haute technologie et du luxe, mais ces secteurs ne représentent respectivement que 12 % et 6 % de son PIB industriel. Même s'ils sont performants, leur croissance ne peut compenser un déclin trop rapide du reste du tissu productif.

Or, dans la plupart des secteurs, de nombreuses entreprises françaises souffrent d'un **déficit de compétitivité**. Elles ont des coûts élevés, sans que leurs produits soient suffisamment performants ou innovants pour que les acheteurs consentent à les payer sensiblement plus cher que ceux proposés par des pays à bas salaires.

[2] environ 70 milliards d'euros par an en 2012.

[3] 15 à 33 milliards selon les années au cours de la dernière décennie.

Si nous voulons continuer à offrir une bonne rémunération et une bonne protection sociale aux salariés de notre pays, il faut donc pouvoir baisser les autres coûts, par une forte **amélioration de l'efficience** de nos procédés de production et des autres fonctions des entreprises (excellence opérationnelle), ou **différencier nos produits** par des fonctionnalités innovantes et un meilleur service associé[4].

Certains ont imaginé que l'Europe pourrait se spécialiser dans les activités de conception et vendre des services à forte valeur ajoutée au reste du monde, mais les pays qui avaient encouragé la croissance de services en abandonnant leur industrie sont ceux qui ont le plus mal supporté la crise. Les stratégies *fabless* à la mode pour certaines entreprises au début des années 2000 se sont avérées peu résilientes. Elles ont eu de plus des conséquences catastrophiques au niveau des États. Malgré la croissance du poids des services dans chaque pays, les biens matériels représentent toujours environ 80 % des échanges commerciaux mondiaux et cette proportion est à peu près stable depuis au moins 20 ans[5]. De plus, les savoir-faire de conception se perdent vite s'ils ne sont pas alimentés par une expérience de production. **Une part importante de nos exportations de services ne survivrait donc pas à la disparition de notre base industrielle**. La France doit donc produire durablement plus de biens[6] qu'elle n'en consomme.

Par ailleurs, les pays émergents pourraient à terme devenir des concurrents moins redoutables, car leurs salaires relatifs augmenteront et, ayant moins besoin

[4] Le rapport au Premier ministre de Louis Gallois, *Pacte pour la compétitivité de l'industrie française*, dresse en un diagnostic très complet de notre déficit de compétitivité en novembre 2012 et fait 22 propositions pour y remédier.

[5] Ce poids stable des échanges de biens, malgré la croissance des échanges de services, vient en partie de la décomposition des chaînes de valeurs qui fait que les exportations d'un pays incorporent une part croissante d'importations. Pour une production totale donnée, il y a plus d'échanges de biens, notamment de composants jadis produits là où ils étaient intégrés. Ainsi un iPhone exporté par la Chine ne comprend que quelques dollars de valeur ajoutée chinoise. On notera aussi qu'un bien incorpore de plus en plus de services.

[6] Cette production de biens mobilise à la fois l'industrie *stricto sensu* et le secteur des services à l'industrie (ce qui double le nombre d'emplois concernés) ainsi que tous les services accompagnant la vente de biens sophistiqués (allant de l'aide à l'usage par la formation, la maintenance et le service après-vente au financement ou à l'assurance de ces biens pour les consommateurs, voire à leur co-conception avec leur usagers ou à l'aide à l'intégration des produits dans les équipements ou procédés de l'utilisateur).

d'importer nos produits technologiques, ils auront moins envie d'exporter et pourraient privilégier leur consommation. Enfin, en Allemagne, le poids des retraités consommateurs augmentera par rapport à celui des actifs qui accumulent les créances pour consommer lorsqu'ils seront en retraite. Encore faut-il que nous ayons d'ici là conservé les savoir-faire industriels qu'il faut des décennies pour constituer ou reconstituer. Nous ne pouvons vivre à crédit en attendant des jours meilleurs et en laissant s'étioler notre base industrielle, il faut reconstituer d'urgence sa compétitivité pour provoquer sa renaissance.

## Remédier à la faible compétitivité française

La compétitivité est une notion relative et résulte de multiples facteurs. La France avait encore en 2002 une balance commerciale industrielle positive de 25 milliards d'euros, qui permettait alors de payer notre facture énergétique. Certaines forces ou faiblesses structurelles ont peu évolué depuis, d'autres facteurs se sont dégradés ou ont moins progressé que dans d'autres pays.

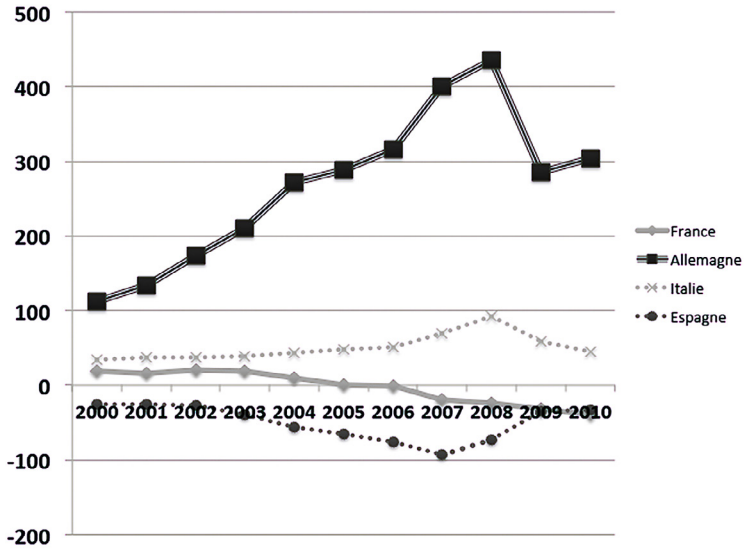


Figure 2 : Solde de la balance commerciale
de quatre pays européens en milliards de dollars (PPA).

Citons quelques facteurs contribuant à la compétitivité et leur évolution récente[7] :

- **le positionnement sectoriel :** la France a une spécialisation « bimodale » avec une forte représentation dans les secteurs de très haute technologie (aéronautique, spatial, nucléaire, militaire), souvent liée à des grands programmes technologiques des années 60 et 70, et la majorité de son industrie plutôt dans des secteurs peu technologiques[8] (agro-alimentaire, matériaux de construction). Elle est moins présente dans les industries de « moyenne haute technologie » comme la chimie ou les biens d'équipement, domaines d'excellence de l'industrie allemande. Une grande partie de son industrie reste assez traditionnelle et très exposée à la concurrence des pays émergents[9] ;
- **l'intensité de R&D :** on entend souvent que les entreprises françaises investiraient moins dans la R&D que leurs concurrentes. Le faible poids de la dépense de R&D des entreprises dans le PIB provient du positionnement sectoriel décrit ci-dessus. Dans un secteur donné, les entreprises françaises investissent plutôt plus dans la R&D que leurs homologues allemandes[10] ;
- **le coût de la main d'œuvre dans l'industrie :** le coût unitaire du travail dans l'industrie, c'est-à-dire le coût de la main d'œuvre corrigé de sa productivité, était un facteur favorable à la France au début des années 2000 (il était alors inférieur de 10 % au coût allemand). Depuis, ce coût a évolué en France comme dans le reste de l'Europe hors Allemagne, mais l'Allemagne, notamment dans le cadre de l'Agenda 2010, a pratiqué une modération salariale exceptionnelle, de sorte que les coûts allemands et français de la main d'œuvre dans l'industrie sont à peu près identiques aujourd'hui[11] ;

7 Cette liste s'appuie sur les travaux de La Fabrique de l'industrie.

8 L'OCDE caractérise le niveau technologique d'un secteur par son intensité en R&D, c'est-à-dire le poids de la R&D dans le chiffre d'affaires. Des secteurs peuvent avoir d'importantes dépenses de R&D sans être considérés « de haute technologie » (comme la production de pétrole), tandis que des secteurs globalement « de basse technologie » peuvent comporter des niches beaucoup plus intensives en R&D.

9 P. Artus et L. Fontagné, *Évolution récente du commerce extérieur*, CAE, octobre 2006.

10 Voir *« le 4 pages » de la DGCIS* (direction générale de la compétitivité, de l'industrie et des services), Juillet 2012.

11 Michel Didier et Gilles Koléda, *Compétitivité France Allemagne, Le grand écart*, Economica, Paris, 2011.

- **le coût de la main d'œuvre dans le reste de l'économie :** en revanche, une régulation très différente du marché du travail fait que le coût du travail dans les services est beaucoup plus faible en Allemagne. Ceci est favorable pour l'industrie car d'une part elle bénéficie de ces coûts moindres pour ses achats de services, d'autre part ses travailleurs peuvent acheter des services moins chers, ce qui rend leur modération salariale moins douloureuse ;
- **la proximité d'une base arrière industrielle de moindre coût :** la proximité géographique et culturelle des pays d'Europe centrale accessibles depuis la réunification de l'Europe, ont permis à l'Allemagne de réorganiser ses chaînes de valeur pour y faire assembler une partie de ses équipements et ne conserver que les étapes de fabrication les plus sophistiquées. La France commence beaucoup plus timidement à sous-traiter certains composants et équipements, notamment en Tunisie et au Maroc[12] ;
- **le coût de l'énergie :** la France dispose en Europe d'une électricité relativement bon marché[13] grâce à son investissement historique dans l'électronucléaire. Cet avantage s'est accru par rapport à l'Allemagne pendant la décennie 2000. Il pourrait être mis en cause par la fermeture des centrales nucléaires, l'ouverture croissante du marché européen de l'électricité[14] et la disponibilité de gaz abondant aux États-Unis[15] ;
- **l'environnement réglementaire des affaires :** les industriels de tous les pays se plaignent du poids des réglementations qui limitent leur développement au-delà de ce que justifient les objectifs légitimes de l'intervention publique, mais il semble que la situation soit particulièrement défavorable en France, où les appels récurrents à un « choc de simplification » sont rarement suivis d'effets ;

12 IPEMED, *Pour une stratégie euro-méditerranéenne de colocalisation*, document de travail, décembre 2012 ; Louisa Toubal, *Le co-développement avec l'Afrique en huit questions* ; La Fabrique de l'industrie, novembre 2013.

13 sauf par rapport aux pays disposant d'un parc hydroélectrique très développé

14 et par le fait que l'Allemagne fait payer aux ménages le coût de ses choix énergétiques et propose des coûts beaucoup plus bas à ses gros consommateurs

15 L'exploitation massive des gaz de roche-mère n'a, à ce jour, pas conduit à augmenter l'écart de prix de l'électricité, déjà très favorable aux États-Unis, mais permet à l'industrie chimique américaine de disposer d'une matière première trois fois moins chère qu'en Europe.

- **le consensus social en faveur de l'industrie** est très fort en Allemagne et en Corée, plus faible dans les pays anglo-saxons qui ont laissé leur industrie s'étioler. La France s'est plutôt approchée du modèle anglo-saxon, privilégiant la satisfaction du consommateur (politique de demande) au soutien à l'outil de production (politique d'offre)[16] ;
- **l'autonomie et la capacité d'initiative des salariés :** des comparaisons avec des entreprises allemandes dans un secteur donné montrent qu'il y a souvent beaucoup plus de main d'œuvre en France dans les fonctions de support et d'encadrement[17]. Ce poids de l'encadrement laisse peu de marge d'initiative aux salariés, dans la formation desquels beaucoup d'entreprises rechignent à investir. Il contribue au manque d'attractivité des carrières dans l'industrie et au maintien de relations distantes entre les salariés et leur hiérarchie ;
- **la modernisation de l'outil de production :** le rapport Gallois rappelle que la France a un parc de 34 500 robots industriels, contre 150 000 en Allemagne et 62 000 en Italie ;
- **le dialogue social :** au contraire de pays comme la Suède ou l'Allemagne qui ont revu les modalités de leur dialogue social respectivement en 1938 et en 1959, les relations syndicales en France sont restées largement marquées par une tradition de méfiance et d'affrontement, accentuée par l'éclatement syndical en plusieurs confédérations concurrentes ;
- **le poids des prélèvements fiscaux et sociaux :** alors que des pays comme la Suède ont lancé depuis plus de vingt ans des réformes majeures pour augmenter l'efficacité de leurs services publics et rationaliser leur organisation administrative, la France peine à engager les réformes nécessaires ;
- **la stabilité ou la prévisibilité de la réglementation et de la fiscalité :** pour investir dans une innovation ou une capacité de production, les décideurs ont besoin d'estimer sa rentabilité dans différents scénarios, donc de savoir ce qui sera permis et à quels prélèvements s'attendre.

[16] Voir J.-L. Beffa, *La France doit choisir*, Seuil, Paris, 2012.

[17] Voir Dorothée Kohler et Jean-Daniel Weisz, *Pour un nouveau regard sur le Mittelstand*, La Documentation française, 2012.

On constate que l'industrie en France souffre de beaucoup de **méfiance**, que ce soit au sein de l'entreprise (dialogue social peu coopératif, faible autonomie laissée aux salariés), entre les entreprises (notamment entre donneurs d'ordres et sous-traitants), entre les entreprises et le monde de l'éducation et de la recherche, entre les entreprises et l'Administration (application suspicieuse d'une réglementation instable et foisonnante), entre la société, les entreprises (supposées parfois peu soucieuses de l'intérêt général, voire enclines à la fraude) et les institutions (supposées incapables de protéger les citoyens et de répondre à leur besoin de sécurité). L'industrie intéresse peu et attire peu. Son développement n'était pas considéré par la classe politique comme une priorité nationale depuis le milieu des années 1970 et jusque récemment[18].

Par ailleurs, la prise de risque est découragée (l'échec coûte cher, le succès rapporte peu), ce qui conduit à un certain conservatisme et entrave l'innovation[19].

La balance commerciale globale de l'Europe est à peu près équilibrée : on peut donc ne pas avoir d'autosuffisance énergétique et cependant offrir à la population un niveau de rémunération et de protection sociale correct sans s'endetter indéfiniment ou devoir vendre notre patrimoine à des entreprises étrangères plus dynamiques. L'objectif du retour de la France à une balance commerciale équilibrée grâce au renouveau de l'industrie n'est pas hors de portée. Il n'y a pas de fatalité à notre déclin, mais des faiblesses structurelles à corriger, mais des mutations à entreprendre, mais un climat de confiance et de mobilisation à construire, avec volontarisme et persévérance.

[18] L'industrie était quasi-absente du débat électoral jusqu'aux élections de 2012. La création d'un « ministère du redressement productif » a été moquée comme un gadget de communication. Le discours évolue, mais les pratiques suivent lentement.

[19] On y reviendra notamment dans les chapitres consacrés à la formation et au financement. Cette aversion au risque (ou ce manque de tolérance ou de bienveillance pour l'échec) s'observe tant dans les entreprises que dès l'école.

*Chapitre 2*

# RÉINVENTER LES ENTREPRISES INDUSTRIELLES[20]

Face à de profondes transformations de leur environnement (mondialisation, foisonnement des technologies, personnalisation de l'offre, possibilité de se concentrer sur une niche de la chaîne de valeur ou d'être intégrateur, responsabilité sociale des entreprises), les industries doivent définir leur stratégie et surtout la mettre en œuvre avec agilité et efficience. Elles le font grâce à des salariés mieux formés et plus autonomes, à des processus de conception, de design, d'innovation, et de recherche d'excellence opérationnelle, incluant toute la chaîne de valeur, y compris la maintenance et le service après-vente.

Nous avons vu que la France ne peut se passer d'industrie, ni se contenter d'une spécialisation dans l'industrie de haute technologie et du luxe. Pour autant, l'industrie qui pourra prospérer demain dans notre pays ne ressemblera pas à celle d'hier.

[20] Ce chapitre et le suivant sont notamment fondés sur les travaux des groupes « analyse de cas » et « rattraper les retards », dont les rapports complets sont disponibles en annexes A1 et A5.

Après avoir rappelé quelques évolutions qui transforment le cadre de l'activité industrielle, nous allons voir comment les entreprises peuvent s'appuyer sur de nouveaux usages pour conserver ou reprendre l'avantage, grâce à des transformations parfois radicales de leur fonctionnement.

## Le nouveau cadre de l'industrie

Plusieurs évolutions transforment profondément le cadre de l'activité industrielle.

### Mondialisation et désintégration des chaînes de valeur

La « troisième révolution industrielle » est marquée par une baisse drastique du coût de stockage, de transport et de traitement des informations, mais aussi par une baisse substantielle des coûts de transport physique des produits, grâce au transport multimodal par conteneur, aux progrès de la logistique et à l'allégement de nombreux objets (ou à leur forte valeur par rapport à leur masse).

Grâce à cette facilité de communication et de transport, la « production » consiste souvent à assembler des sous-ensembles fabriqués dans différentes parties du monde. Un iPad contient des composants produits en Corée, aux États-Unis, au Japon, à Taïwan et en Europe et son assemblage en Chine coûte moins de 10 dollars[21], on y charge des applications produites dans le monde entier, parfois par des concepteurs individuels. La part des achats augmente dans beaucoup de secteurs jadis très intégrés (y compris celle des services à l'industrie). Il devient donc beaucoup plus facile pour un industriel de se spécialiser dans une « niche » et d'y conquérir une part du marché mondial

[21] K.L. Kraemer, G. Linden et J. Dedrick, *Capturing value in global networks : Apple's iPad and iPho-ne,* U. of California at Irvine, 2011, http://pcic.merage.uci.edu/papers/2011/Value_iPad_iPhone.pdf

très importante pour devenir un « champion caché »[22], parfois assez vite pour dissuader les imitateurs d'investir pour le déloger d'un marché pourtant très rentable.

## Le foisonnement technologique

La prolongation de la loi empirique de Moore (doublement des capacités des processeurs et mémoires tous les 18 mois) permet d'utiliser des logiciels demandant d'énormes capacités de calcul, par exemple pour réaliser des simulations très complexes, et de traiter des données très massives. Couplés avec les progrès des biotechnologies, ces techniques ouvrent des possibilités d'application foisonnantes.

## Personnalisation, co-construction, services ajoutés

Toutes ces technologies d'échanges de données, auxquelles s'ajoute la capacité d'imprimer des objets tridimensionnels, permettent à l'utilisateur de personnaliser le produit qu'il achète. Par exemple, un particulier concevra la maison de ses rêves sur un logiciel de simulation[23] (maquette numérique) et son fournisseur la lui assemblera à partir de composants fabriqués sur mesure.

## Contraintes écologiques, exigence de précaution, responsabilité sociale

Le modèle industriel des pays avancés ne peut se prolonger dans le temps et s'étendre sans mettre en péril l'environnement, par épuisement des ressources, aggravation du changement climatique ou pollution insoutenable. Par ailleurs,

[22] C'est-à-dire une entreprise dominante sur son marché et souvent inconnue du grand public si ses clients sont des entreprises (B2B).

[23] Comme il le fait aujourd'hui pour l'aménagement sa cuisine, voir au chapitre 8 le paragraphe sur le bâtiment et l'annexe B3.

l'exposition aux substances toxiques, nouvelles ou anciennes, est de moins en moins tolérée. L'industrie est sommée de répondre à des exigences croissantes de précaution et de respect de l'environnement et des territoires, elle est tenue responsable de la conduite de ses fournisseurs et sous-traitants.

## De la concurrence des entreprises à celle des territoires et des réseaux

L'entreprise est donc plus dépendante des ressources qu'elle trouve chez ses partenaires et parfois comptable du comportement de ceux-ci. La concurrence entre entreprises devient une concurrence entre écosystèmes dont les acteurs entretiennent de fortes relations d'interdépendance. L'écosystème peut être géographique, lié à des clusters ou étendu, comme dans le cas de certaines filières. Il peut être défini par des standards d'interopérabilité, comme dans le cas des normes de télécommunication. Ainsi les grandes firmes de l'internet (Google, Apple, Facebook, Amazon) tentent de construire des univers dont les utilisateurs n'aient ni besoin ni envie de sortir.

## Un secteur industriel plus discret mais essentiel

Le poids décroissant de l'industrie dans les pays développés vient de la conjonction de trois facteurs :

- les gains de productivité : on produit la même quantité de biens avec moins de travail et la consommation de biens augmente moins vite que la productivité (une part croissante de la richesse créée sert à acheter des services) ;
- l'externalisation d'activités secondaires, jadis intégrées, que les entreprises industrielles sous-traitent désormais à des fournisseurs de services (restauration, nettoyage, comptabilité…) ;
- la moindre compétitivité des entreprises des pays développés.

Les trois effets se conjuguent pour expliquer la diminution du poids de l'industrie dans le PIB, même si seul le dernier se traduit par un appauvrissement.

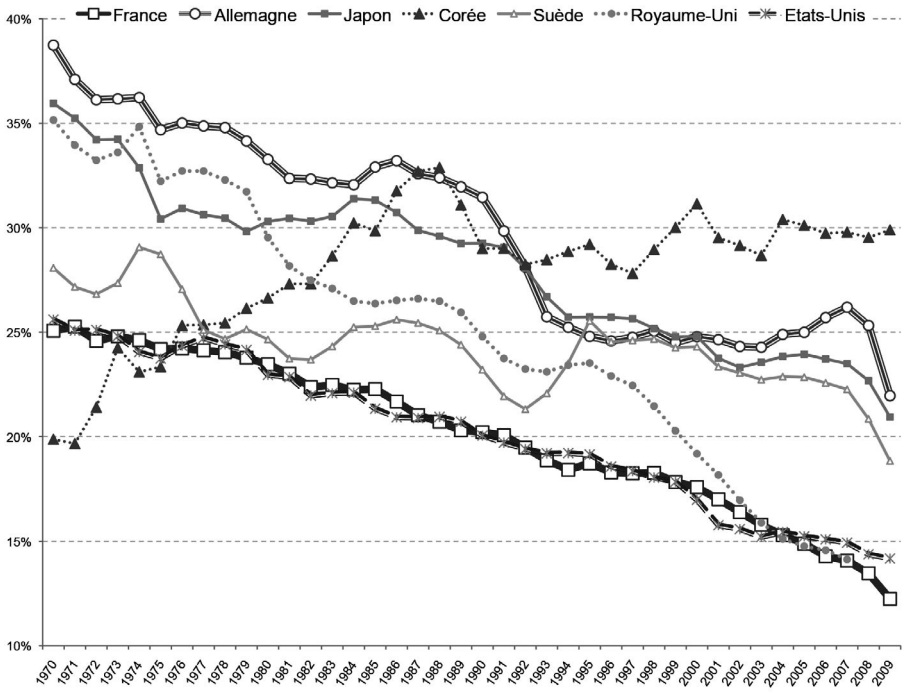


Figure 3 : Part du PIB industriel dans différents pays de l'OCDE.
Source : OCDE, secteur « énergie » compris dans industrie.

## S'appuyer sur de nouveaux usages pour reprendre l'avantage

Les évolutions précédentes constituent à la fois une menace pour les entreprises établies qui doivent s'y adapter et des opportunités pour reprendre l'avantage.

### Des opportunités de rebattre les cartes du jeu concurrentiel

L'apparition, parfois stimulée, de nouveaux usages crée en effet une occasion de rebattre les cartes du jeu concurrentiel et de reprendre des positions :

- contre les acteurs existants (Tesla Motors contre les constructeurs automobiles établis) ;

- dans un « océan bleu » [24] (Google, Facebook), quand une offre est radicalement nouvelle et n'a donc pas immédiatement de concurrence. Cette situation n'est parfois que momentanée (Amazon, Gemalto[25]), mais les premiers arrivants bénéficient d'un avantage substantiel, notamment grâce à l'apprentissage rapide qu'ils font des retours des premiers clients ;
- parfois à partir des savoir-faire d'une grande entreprise existante (Apple), qui se réinvente en partie pour proposer une offre nouvelle.

Les technologies de l'information et de la communication, grâce à un rythme d'innovation très rapide, fournissent ainsi de nombreuses opportunités d'entrer sur des marchés relativement ouverts, où les options techniques et les parts de marché ne sont pas stabilisées, comme la robotique, la cybersécurité, les usages du *cloud*, l'exploitation des données massives. La France bénéficie de compétences reconnues dans le domaine des systèmes complexes[26] ou du logiciel embarqué[27]. Mais de nombreuses opportunités existent aussi dans des industries aux technologies plus stabilisées comme le bâtiment (industrialisation de la conception et de la réalisation des bâtiments neufs, bâtiments « intelligents », bâtiments à faibles émissions), l'énergie nucléaire (petits réacteurs nucléaires modulaires), le textile (textiles techniques aux fonctionnalités sophistiquées), l'agro-alimentaire (alicaments).[28]

[24] W. Chan Kim, Renée Mauborgne, *Stratégie océan bleu*, Pearson, Paris, 2010 (original : Harvard Business School Press, Cambridge, 2005).

[25] Gemalto, nouveau nom de GemPlus après sa fusion avec Axalto, est une entreprise créée en France en 1988 autour de la carte à puce, devenue leader de la sécurité numérique et entrée au CAC 40 en 2012, moins de 25 ans après sa création.

[26] Voir le rapport de l'Académie des technologies sur *Les grands systèmes sociotechniques,* 2013.

[27] Un des principaux pôles de compétitivité, Systematic Paris Région, est consacré au développement de ces technologies.

[28] Toutes ces pistes sont évoquées dans les annexes thématiques, notamment l'annexe B1.

### Augmenter sa réactivité, travailler aux interfaces, se positionner dans une chaîne de valeur

Les entreprises qui tirent parti de ces nouveaux défis ou préservent leur position dans cet univers turbulent :

- **augmentent leur réactivité**, pour suivre le rythme du foisonnement technologique, construire et occuper des niches ;
- **travaillent aux interfaces**, pour tirer parti de l'écosystème et coproduire l'offre avec leurs utilisateurs, devenus architectes de leurs usages ;
- **se replacent dans la chaîne de valeur**, en repérant la fonctionnalité sur laquelle il leur est possible d'apporter une différence, ou en optant pour une fonction d'intégrateur qui offre la combinaison de fonctionnalités convenant à un type d'utilisateurs.

Ceci les conduit souvent à réorganiser profondément leurs processus.

## Les transformations de l'entreprise

Un groupe de travail a analysé diverses initiatives concrètes de croissance industrielle ou de réindustrialisation, à partir de témoignages de dirigeants d'entreprises et de pôles de compétitivité. Explicitant les problématiques communes à ces expériences, le groupe propose une série d'idées pour dynamiser la croissance des entreprises[29] et des territoires (annexe A1).

[29] On notera deux célèbres précédents historiques que sont *Le prix de l'excellence* de Peters et Waterman et *Built to last* de Jim Porras. Trouver des caractéristiques partagées par beaucoup d'entreprises ayant connu le succès permet d'émettre des conjectures raisonnables, mais cette inférence à partir d'un nombre limité de cas ne produit pas de certitudes. D'autres entreprises ont pu connaître des échecs alors qu'elles disposaient de certains de ces atouts. Certains facteurs ne sont peut-être efficaces que conjugués à d'autres, ou dans certains types de contexte. Ces descriptions interprétées servent donc surtout à inspirer le lecteur qui trouvera dans les exemples traités des idées qu'il transposera dans le contexte de son organisation. Nous n'en tirons pas de prescriptions générales, mais une invitation à réfléchir sur certains facteurs de performance.

Face aux évolutions du cadre de l'activité industrielle que nous avons décrites, les stratégies possibles sont nombreuses et dépendent de l'environnement technique et concurrentiel de l'entreprise. L'agilité tactique nécessaire repose notamment sur une bonne capacité à travailler en réseau, sur un management frugal, sur une large délégation aux responsables locaux, sur une gestion proactive des ressources humaines et des compétences individuelles et collectives de l'entreprise.

## La multiplicité des stratégies

Selon les entreprises, l'accent sera plutôt mis sur l'innovation et la qualité, permettant un positionnement dans le haut de gamme et des prix élevés ou bien sur l'excellence opérationnelle permettant de maîtriser ses coûts et d'assurer la qualité. Michael Porter conseillait jadis de choisir entre stratégie de différenciation justifiant un prix élevé ou une stratégie de coûts très bas ( *Porsche ou Volkswagen* ) ; mais beaucoup d'entreprises comme Toyota ont depuis exploré avec succès des stratégies hybrides. La différenciation retardée permet par exemple de construire à partir de composants standardisés une offre personnalisée en fonction des demandes du client.

Nous nous garderons dans ce qui suit d'opposer la montée en gamme et la maîtrise des coûts car, même si l'excellence dans un de ces domaines compense parfois des performances ordinaires dans l'autre, des organisations « ambidextres » conjuguent les deux et peuvent tirer de cette combinaison un avantage compétitif considérable.

Les analyses de cas montrent une grande variété de stratégies de croissance, non exclusives les unes des autres, par exemple :

- s'appuyer sur une **rupture technologique** pour construire un leadership mondial : c'est ce qu'a fait Essilor grâce au développement des verres Varilux®, relayé par de très nombreuses innovations technologiques ;
- offrir un **service global** au client : ainsi Pellenc, fournisseur de machines pour viticulteurs, est devenue une ETI en acquérant des produits complémentaires et en fournissant un service personnalisé à ses clients, en matière de formation et de maintenance. Gemalto, après une période de stratégie *sell and forget* où il valorisait son avance technologique dans le

domaine des puces d'identification, a investi dans le service et les logiciels associés à la confiance numérique. À l'extrême, les géants de l'internet (Apple, Google, Amazon, Microsoft, Facebook) tentent de construire des environnements offrant des services suffisamment complets sur toutes sortes de moyens d'accès afin que les usagers n'aient pas de raison de sortir de leur univers. La moindre start-up offrant des fonctionnalités leur permettant de différencier ou de compléter leur offre s'arrache alors à prix d'or[30] ;

- **se diversifier à partir de savoir-faire innovants :** Tefal, créé autour d'un brevet pour déposer une couche antiadhésive sur du métal, a su se diversifier à toute une gamme de produits culinaires et électro-ménagers en élargissant progressivement ses compétences et sa clientèle. La SEP (Société européenne de propulsion) a valorisé les technologies développées pour les missiles et lanceurs spatiaux en créant des filiales produisant des pièces pour plates-formes offshore, des freins pour l'aéronautique, des composites céramiques pour moteurs d'avion ;
- **maîtriser un maillon clé** de la chaîne de valeur : Ainsi le chimiste Arkema, spécialiste des additifs utilisés pour la fracturation hydraulique, bénéficie de l'exploitation des gaz de schiste même s'il ne fournit qu'un « consommable » dans une chaîne de valeur complexe.

Booz et associés distinguent pour leur part les *need-seekers* comme Apple ou Procter & Gamble qui cherchent à être les premiers à répondre à un nouveau besoin ou à le créer, les *market readers* comme Samsung ou Caterpillar qui sont moins proactifs mais apprennent vite et améliorent éventuellement l'offre des pionniers, les *technology-drivers* comme Google ou Bosch, qui s'imposent par la supériorité de leur technologie.

30 Dans ce domaine, comme le montre Michel Dahan, *Une guerre économique d'une violence inédite,* École de Paris, 2013, l'intégration exclusive du produit donne un avantage concurrentiel important. Déjà en 1995, Microsoft a fortement investi pour déloger Netscape (qui avait 85 % du marché des navigateurs) et imposer Explorer, puis des concepteurs de logiciel libre ont produit Firefox pour ne pas dépendre de Microsoft, tandis que Google développait Chrome pour disposer d'un écosystème complet.

On voit l'étendue des choix possibles entre des stratégies parfois contradictoires, par exemple entre offrir un service intégré complet en multipliant les acquisitions ou les partenariats ou au contraire se focaliser sur un composant, un équipement ou une fonctionnalité incontournable pour tous les intégrateurs.

Nos entretiens ont montré l'importance de conjuguer une certaine constance dans la vision stratégique avec une grande agilité tactique. Il est notamment important de pouvoir résister aux prescriptions d'analystes financiers assez moutonniers dont divers travaux ont montré qu'ils valorisaient rarement correctement le potentiel d'innovation d'une entreprise[31]. Cela conduit certaines entreprises qui le peuvent à ne publier leur stratégie qu'assez rarement (tous les cinq ans chez Gemalto). Ce comportement peut dissuader certains investisseurs potentiels, mais il peut être sage de se passer d'eux[32]. L'élaboration de la stratégie suppose une bonne compréhension des compétences critiques pour l'entreprise et une capacité à résister aux pressions du court terme et à l'adversité au risque des marchés financiers. Des témoignages recueillis par le groupe attribuent la descente aux enfers de certains fleurons technologiques français au poids excessif des financiers ou de dirigeants « parachutés » connaissant mal les métiers de l'entreprise.

## L'agilité grâce aux réseaux, à la délégation, à la formation…

La capacité d'une entreprise de s'adapter à un marché et à un contexte technologique mouvants pour proposer rapidement des offres appropriées *(time to market)* repose sur la mobilisation de compétences diverses. Pouvoir identifier rapidement les partenaires et mettre en œuvre des coopérations efficaces est indispensable pour les petites entreprises. C'est aussi un atout pour les grandes,

31 Veneta Nikolova Ramirez, *La notion d'opportunité technologique : analyse théorique et empirique*. Doctorat, Université Paris-Dauphine, 2009.

32 À la question posée lors d'une réunion de La Fabrique de l'industrie de savoir si la codétermination dissuadait les investisseurs, Boris Karthaus, juriste du syndicat allemand IG Metall, répondit que les investisseurs de long terme appréciaient une gouvernance solide et que les autres n'étaient pas les bienvenus.

qui découvrent les charmes de l'innovation ouverte. L'entreprise doit donc non seulement maîtriser les techniques de management adaptées, mais aussi avoir accès à divers réseaux et au besoin participer à leur construction. Nous consacrerons le chapitre 3 à ces écosystèmes.

L'entreprise sera d'autant plus réactive que les décisions sont prises rapidement, parce qu'il y a peu de niveaux hiérarchiques, ou parce qu'un responsable local a une large délégation (*empowerment*) et une grande marge d'initiative. Cela suppose qu'il soit suffisamment bien formé pour prendre des décisions judicieuses, bien au fait de la stratégie et des règles de l'entreprise et qu'il ne soit pas sanctionné pour d'éventuelles erreurs.

## La maîtrise des processus d'innovation et des méthodes de conception

La construction, l'entretien et la mise en œuvre d'une capacité collective d'innovation reposent sur la combinaison de trois types d'activité[33] :

- la gestion dynamique des compétences et des capacités individuelles et collectives de l'entreprise ;
- la coordination des processus d'innovation[34] (veille, conception, R&D, apprentissage, intégration, transfert, industrialisation, commercialisation…) ;
- la construction et l'entretien de la cohésion nécessaire à l'action collective (volonté d'agir ensemble, objectifs partagés, relations résilientes et flexibles).

Les compétences à orchestrer concernent à la fois la maîtrise d'un domaine technologique ou l'accès à ceux qui le maîtrisent, la compréhension d'un secteur d'application et de ses besoins, la connaissance des usages dans des contextes culturels très divers. Elles permettent d'enrichir l'offre de l'entreprise

[33] Voir T. Weil, *Le management de l'innovation en réseau, une technologie au service des entreprises et des territoires*, 2012, téléchargeable sur cerna.ensmp.fr.

[34] Voir P. Le Masson, B. Weil, A. Hatchuel *Les processus d'innovation, conception innovante et croissance des entreprises*, Hermès-Lavoisier, Paris, 2006.

de nouveaux produits, de nouvelles fonctionnalités, de nouvelles modalités d'accès au client ou de développer des procédés de fabrication, de distribution et de service plus efficaces.

## L'excellence opérationnelle et la maîtrise des coûts

L'excellence opérationnelle repose notamment sur des techniques de management frugal[35] (ou *lean*[36]), de qualité totale[37], d'amélioration collective permanente, et sur la rationalisation de la chaîne de valeur. Cette dernière repose elle-même sur la qualité des relations établies avec les fournisseurs, la performance des processus de production et de vente grâce notamment à une bonne intégration des TIC, la capacité à déployer un réseau de distribution international, permettant d'assurer la personnalisation, la maintenance et le suivi du produit et d'apprendre sur ses usages.

L'entreprise est passée d'une optimisation de la main d'œuvre directe (au prix parfois d'un alourdissement des tâches fonctionnelles) à une optimisation globale au niveau de l'entreprise (conduisant en général à confier plus de responsabilités aux opérateurs et aux employés) puis à une optimisation qui déborde des frontières de l'entreprise pour inclure les relations avec les fournisseurs, les clients et les prospects.

[35] Roland Vardanega, dans la contribution sur le management *lean* (annexe C1 ci-dessous), le définit ainsi : « Le modèle *lean* a pour objectif de satisfaire des besoins des clients 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 et de logistique, en améliorant les conditions de travail et la facilité de travail au poste et ceci de manière durable ».

[36] Le *lean* a parfois mauvaise presse parce qu'il a pu être invoqué pour justifier des opérations brutales de réduction d'effectifs, sans remettre en cause des facteurs d'inefficacité liés à l'organisation générale de l'entreprise. Le management *lean* a une portée plus globale que le *lean manufacturing* et l'examen de l'efficacité des processus n'exclut pas de son champ les étages de direction de l'entreprise.

[37] Selon les époques et les cabinets de consultants choisis, on passe d'un univers sémantique à l'autre.

## Des trajectoires de croissance fondées sur l'acquisition progressive des ressources

Le rapport du groupe consacré aux analyses de cas (annexe A1) montre comment la trajectoire de croissance d'une entreprise depuis sa création peut se décrire comme une « spirale ascendante » d'acquisition progressive de ressources et de compétences dans les domaines de l'innovation, de l'accès au marché, de la performance opérationnelle et du financement, au service d'une stratégie et de la construction d'un leadership sur son marché.

### PRINCIPALES RECOMMANDATIONS AUX ENTREPRISES

Pour enrichir leur offre, optimiser leurs coûts et mettre rapidement sur le marché de nouveaux produits et services, les entreprises peuvent :

- développer leur agilité, grâce à des circuits de décision courts, une capacité d'initiative au plus près du terrain, le droit à l'expérimentation et à l'erreur ;
- différencier leur offre, par la qualité et les fonctionnalités des produits et des services qui les accompagnent, grâce à une bonne maîtrise des processus de conception et d'innovation, en impliquant les utilisateurs pour identifier les nouveaux usages ;
- viser l'excellence opérationnelle et la maîtrise des coûts par des méthodes de management frugal étendues à toute la chaîne de valeur, l'intégration des technologies de l'information (y compris dans les relations avec les clients et les fournisseurs), la modernisation de l'appareil de production.

Les chapitres suivants montrent comment l'implication dans des écosystèmes et dans divers réseaux, ainsi que la formation des salariés afin de leur permettre des trajectoires professionnelles évolutives, contribuent à ces objectifs.

*Chapitre 3*

# CONSTRUIRE DES ÉCOSYSTÈMES ET DES RÉSEAUX

Pour mobiliser rapidement les compétences nécessaires à leur action, les entreprises doivent s'intégrer dans des réseaux multiples, créés sur une base géographique comme les pôles de compétitivité, sur la collaboration au sein d'une même filière, autour d'une technologie générique, ou suscités pour coordonner les acteurs intéressés à l'émergence d'une nouvelle activité.

Dans toutes les dimensions précédentes apparaît l'importance de l'environnement de l'entreprise et des réseaux dans lesquels elle s'inscrit : filières industrielles, structures de coopération avec les acteurs locaux (pôles de compétitivité), réseaux thématiques ou professionnels permettant de se maintenir à la pointe des techniques et de connaître les tendances du marché. Certains écosystèmes comme la Silicon Valley se sont développés spontanément, même si des dépenses publiques ont pu favoriser leur croissance[38]. D'autres sont stimulés par l'action des pouvoirs publics.

[38] Voir T. Weil, *Des histoires de la Silicon Valley*, Entreprises et Histoire, n°58, p.129-149, 2010.

## Le besoin d'une approche coordonnée pour saisir certaines opportunités

Nous avons vu que l'apparition ou la création de nouveaux usages constituait une opportunité pour nos entreprises de reprendre des positions avantageuses. Pour que l'industrie nationale puisse bénéficier de ces occasions, il faut souvent une action cohérente des entreprises, des pouvoirs publics, nationaux ou régionaux et parfois d'instances de coordination (associations professionnelles, pôles, filières). Ainsi le développement de la téléphonie mobile nécessitait la mise en place d'une norme acceptée par toute la profession (le GSM en Europe), ainsi l'aéronautique repose sur le développement cohérent des savoir-faire et d'une bonne coordination dans toute une filière, ainsi des instituts de recherche technique permettent l'émergence d'un capital de savoir-faire dans des domaines comme l'électronique embarquée ou les matériaux avancés.

### Les écosystèmes industriels

Si la mondialisation permet aux entreprises de se spécialiser et aux intégrateurs de combiner les meilleurs composants du monde entier, il y a tout de même un avantage certain, surtout pour les petites entreprises, à trouver des partenaires avec lesquels elles engagent des relations préférentielles. Ces partenaires privilégiés ont en général une certaine proximité qui permet de construire et d'entretenir plus facilement des relations de confiance. La proximité peut être géographique (ce qui favorise les rencontres physiques et des échanges plus riches), culturelle (par exemple entre entrepreneurs ayant fait le même type d'études ou de carrières), cognitive (entre spécialistes d'une même technique).

Les dirigeants du groupe Carmat, qui ont greffé fin 2013 le premier cœur artificiel, pensaient d'abord confier leur connectique à une entreprise américaine, bien établie sur son marché. Il est cependant probable que leurs spécifications auraient été assez vite connues des concurrents, dont le principal est sur la côte Est. Carmat a donc été soulagée de découvrir qu'Axon, une entreprise de Montmirail, pouvait faire aussi bien. Les nombreuses évolutions du cahier des charges ont nécessité des visites réciproques que la proximité rendait plus faciles et qui ont sans doute contribué à gagner du temps de développement. Même si Carmat a tous les plans

des connecteurs qu'Axon réalise pour elle et pourrait en confier la fabrication à des concurrents, elle a plus à gagner à un partenariat privilégié avec un fournisseur réactif. De même, Axon a plus intérêt à maintenir cette relation privilégiée qu'à démarcher les projets concurrents. Ces réseaux d'acteurs interdépendants, ou ayant à tout le moins un intérêt fort à la pérennité d'une relation, sont reconnus comme une forme de coordination alternative aux transactions ponctuelles entre acteurs indépendants sur un marché ouvert et à l'intégration au sein d'une seule organisation[39].

Le récent rapport du MIT *Production in Innovation Economy*[40] attribue les difficultés de l'industrie américaine aux lacunes qui se sont créées dans les écosystèmes industriels et recommande des actions pour aider ceux-ci à se reconstituer[41].

La France possède des compétences reconnues en ingénierie des systèmes complexes (nucléaire, aérospatial, armement, transport, conception d'unités de production industrielle). Ces systèmes sont en général proposés par des intégrateurs (Airbus, Thales, Areva, Alstom, Fives, Renault…) qui en conçoivent l'architecture et orchestrent les apports de fournisseurs de composants, de technologies ou de sous-ensembles et de sociétés de service qu'elles font parfois travailler ensemble sur une même plate-forme technique, physique (le « plateau ») ou virtuelle. La présence des fournisseurs les plus critiques dans l'écosystème constitue parfois un avantage substantiel. *A contrario*, certaines PME très innovantes sont contraintes de se délocaliser en partie à proximité des grands intégrateurs, souvent étrangers, pour pouvoir participer à leurs projets.

Nous allons évoquer ci-après quelques types d'écosystèmes : les clusters géographiques à travers l'exemple des pôles de compétitivité, les filières, les réseaux

39 Les lauréats du prix d'économie en mémoire d'Alfred Nobel Ronald Coase et Oliver Williamson ont développé la théorie des coûts de transaction pour expliquer dans quelles conditions la hiérarchie (firme intégrée) était plus efficace que le marché (transactions ponctuelles). William W. Powell a introduit la forme des réseaux en 1985 (Powell, Walter W. "Neither Market nor Hierarchy : Network Forms of Organization." *Research on Organizational Behavior*, 1990).

40 Suzanne Berger, *Making in America : From Innovation to Market*, MIT Press, août 2013.

41 Ces réflexions ont conduit le gouvernement Obama à plusieurs initiatives comme la création d'instituts du *manufacturing*, comme celui de l'Ohio consacré à la fabrication additive.

technologiques, ainsi que les réseaux destinés à permettre l'émergence d'une nouvelle offre, fondée sur la collaboration d'acteurs qui n'ont pas l'habitude de travailler ensemble.

## Les pôles de compétitivité[42]

Créés à l'initiative d'industriels, mais encouragés par l'État et les régions, les pôles de compétitivité combinent vocation internationale et ancrage local. Ils favorisent l'épanouissement des entreprises au sein de leur territoire et leur permettent de s'appuyer sur un tissu local fertile. Après une phase de renforcement des relations (notamment à l'occasion de projets d'innovation en collaboration), les pôles élargissent leur offre et proposent à leurs membres des ressources mutualisées (plates-formes technologiques et d'industrialisation), des conseils en stratégie, management, gestion de la propriété intellectuelle, prospection des marchés étrangers, accès au financement, des opportunités de mise en relation. Les pôles doivent encore enrichir leur offre de service et l'adapter à la diversité des besoins de leurs membres. Les PME innovantes souffrent particulièrement d'une difficulté à financer leur croissance (voir chapitre 6) et pourraient bénéficier de l'accès à des mentors capables de les conseiller tout au long de leur trajectoire de croissance.

Les pôles de compétitivité permettent notamment à leurs participants d'enrichir leur réflexion prospective et stratégique autour de quelques concepts fédérateurs, par exemple les bio-raffineries pour le pôle *Industrie AgroRessources* (chimie du végétal) ou la chimie environnementale pour le pôle *Axelera*.

## Les filières

Mises en place sous l'égide du Conseil national de l'industrie, souvent à partir d'associations industrielles existantes, les filières stratégiques permettent à leurs acteurs de réfléchir à une stratégie commune et parfois de proposer des projets

[42] Les contributions et facteurs de succès des pôles sont discutées dans la deuxième partie de l'annexe A1 et dans les publications de l'observatoire des pôles de compétitivité (www.observatoirepc.org)

de développements technologiques qui les aident à renouveler leur offre. Elles encouragent des relations plus confiantes et des collaborations plus efficaces entre donneurs d'ordre et sous-traitants[43]. Elles ont joué un rôle important dans l'élaboration des trente-quatre plans industriels lancés en 2013.

Disposer en France des différents éléments d'une filière peut parfois constituer un atout. Ainsi le fait d'avoir eu longtemps une industrie des matériaux puissante par rapport à notre poids économique (Arcelor, Pechiney, Saint-Gobain, Lafarge…) aurait contribué à la compétitivité des industries utilisatrices (EADS, Dassault, Bouygues, Vinci…). De même, la maîtrise des composants électroniques ou la proximité avec un producteur permet à leurs utilisateurs d'anticiper leurs évolutions. Cet atout n'est cependant réellement mobilisé que si le dialogue au sein de la filière est suffisamment développé. La proximité géographique n'est pour cela ni suffisante, ni toujours nécessaire. On a vu au chapitre précédent que des champions cachés pouvaient approvisionner une filière mondialisée en ayant leurs centres de décision et une part importante de leur outil de production en France, quitte à avoir des structures de conception, d'assistance technique, de distribution et de service auprès des clients étrangers.

## Les communautés technologiques

Certaines technologies génériques diffusantes sont communes à plusieurs filières. Les réseaux thématiques de recherche avancée (RTRA) ont été constitués en 2006 pour encourager les coopérations entre acteurs, géographiquement proches ou non. Ils ne font plus l'objet de soutien public, mais se sont parfois partiellement reconstitués sous la forme de coopérations entre pôles de compétitivité travaillant sur une même thématique. Par exemple la plate-forme Mécafuture associe huit pôles concernés, la fédération des industries mécaniques (FIM) et son centre technique (CETIM).

Les actions de diffusions des technologies « capacitantes » (*Key Enabling Technologies*), menées notamment dans le cadre des programmes européens, relèvent d'une approche analogue.

[43] Thibaut Bidet-Mayer et Louisa Toubal, *À quoi servent les filières ?* Presses des mines, 2013.

## Les filières potentielles

Certaines ruptures supposent une action coordonnée d'acteurs initialement dispersés. Le déploiement du véhicule électrique implique par exemple des constructeurs automobiles, mais aussi une infrastructure de recharge, un réseau de garagistes capables d'en assurer la maintenance, etc. Il faut coordonner beaucoup d'acteurs pour qu'ils prennent des décisions cohérentes (par exemple sur les normes des prises). Si la communauté des acteurs concernés, qui souvent ne préexiste pas (EDF n'a pas de relations privilégiées avec les constructeurs d'automobiles ou de parkings publics), n'arrive pas à s'organiser elle-même, une action des pouvoirs publics facilite parfois les coopérations nécessaires. L'introduction d'innovations comme la télémédecine est moins freinée par les technologies, souvent disponibles depuis longtemps, que par les changements organisationnels et institutionnels qu'elle implique (définition des fonctions et responsabilités des intervenants, codification et rémunération des actes…).

Les sept ambitions définies par la Commission Lauvergeon peuvent favoriser l'émergence de telles filières potentielles.

### RECOMMANDATION

- Entreprises, pouvoirs et organismes publics gagneront à s'impliquer dans la construction d'**écosystèmes et de réseaux** (pôles de compétitivité, filières, communautés technologiques) qui permettent le développement de nouvelles technologies et de nouveaux usages. Les entreprises pourront y puiser les compétences et ressources complémentaires pour s'adapter aux évolutions des techniques, des marchés et des concurrents et **mettre rapidement sur le marché des offres innovantes**.

*Chapitre 4*

# FORMER AUX MÉTIERS QUALIFIÉS ET ÉVOLUTIFS DE L'INDUSTRIE[44]

Le système de formation initiale n'accorde pas une considération ni une place suffisantes aux savoirs pratiques et aux diverses formes d'alternance. Il n'encourage pas assez l'initiative, l'exploration, le travail en groupe et en mode projet, ne développe pas suffisamment la confiance en soi.

Si les entreprises offraient plus d'opportunités d'évolution au personnel d'exécution, les carrières dans l'industrie seraient plus attractives, ainsi que les filières d'enseignement qui y préparent.

De toutes les actions à mettre en œuvre pour favoriser une renaissance de l'industrie, celles portant sur la formation et le développement de l'esprit d'entreprise et d'exploration nous paraissent les plus structurantes, même si elles sont longues à mettre en place et plus longues encore à produire leurs effets (au moins pour celles portant sur la formation initiale).

[44] Ce chapitre est fondé sur les travaux du groupe « compétences ».

Le système de formation français actuel ne produit en quantité suffisante ni les attitudes, ni la confiance en soi[45], ni les compétences nécessaires au redéploiement de l'industrie, au moins en ce qui concerne les ouvriers et techniciens. Trop de jeunes poursuivent toute leur scolarité sans entrer dans une usine ni rencontrer des praticiens de l'industrie[46] et sont confrontés à une attitude méprisante de la société française vis-à-vis des savoirs pratiques et des filières professionnelles[47].

Ceux qui poursuivent des études longues sont donc peu attirés par les tâches de production. Les autres, une fois entrés dans la vie active, ne se voient pas proposer suffisamment d'opportunités de formation leur permettant de développer leurs compétences[48]. Ils ont souvent perdu confiance en eux, car ils ont vécu leur orientation comme un échec stigmatisant, sans que leurs aptitudes réelles aient été valorisées.

Une étude du McKinsey Global Institute[49] indique que le plein emploi est possible en France en 2020 mais que, sans une réforme radicale de notre système de formation initiale et surtout tout au long de la vie, il manquerait plus de deux millions d'employés qualifiés (bac + 2 et plus), tandis que plus de deux millions de personnes trop peu formées (bac ou moins) ne trouveraient pas d'emploi.

Dans le domaine clé de la transition écologique et énergétique, par exemple, des techniques existent pour améliorer très substantiellement la consommation énergétique des bâtiments, mais leur mise en œuvre à grande échelle est entravée par le manque de formation des professionnels du bâtiment de tous niveaux, leur manque de capacité de coordination (lié aussi à une insuffisance de leur formation)

45 Voir Claudia Senik, *The French Unhappiness Puzzle : the cultural dimension of happiness,* CEPREMAP Working Papers (Docweb) 1113, CEPREMAP.

46 L'industrie est souvent abordée dans les programmes scolaires des filières générales à travers l'histoire de l'industrialisation au XIXe siècle et au début du XXe siècle, donnant une image totalement dépassée de la réalité de l'industrie et de ses métiers. La mondialisation est abordée au collège en géographie et au lycée en économie où l'on parle surtout de la délocalisation de l'industrie vers les pays à bas salaires ou disposant de ressources spécifiques comme les matières premières.

47 Les formations technologiques, dans une bien moindre mesure, souffrent aussi d'une considération insuffisante.

48 Contrairement à ce qui se passe en Allemagne, où un début de carrière dans des fonctions d'exécution préjuge moins de la suite.

49 Eric Labaye *et al.*, *French employment 2020 : five priorities for action*, McKinsey Global Institute, mars 2012.

et par l'inadéquation de certaines normes et règlements (dont l'inertie est entretenue par la méfiance de la profession vis-à-vis des innovations)[50].

Les réformes nécessaires, suggérées par les travaux du groupe « compétences », portent donc sur :

- la manière dont la technologie est enseignée dans tous les cycles, y compris généraux[51] ;
- une pédagogie qui permette aux élèves de développer une capacité à travailler en mode projet, encourage l'exploration, l'initiative, valorise la découverte, ne stigmatise pas les échecs, développe estime de soi et confiance, essentielles pour augmenter l'autonomie, l'adhésion au projet de l'entreprise et la participation aux processus d'innovation collectifs[52] ;
- l'encouragement aux enseignants qui mettent en œuvre des initiatives et des innovations pédagogiques[53] ;
- une revalorisation des enseignements et des filières professionnelles et techniques, une meilleure connaissance par les enseignants et par les élèves des métiers des entreprises, notamment industrielles, avant que ceux-ci ne fassent leurs choix d'orientation[54] ;

50 Voir le compte rendu du groupe thématique sur le bâtiment (annexe B3).

51 Voir l'avis de l'Académie du 5/12/2012 « Introduction de la technologie au lycée dans les filières d'enseignement général » et la Communication à l'Académie « La technologie, école d'intelligence innovante » de B. Decomps, A. Hatchuel et G. Roucairol.

52 Citons parmi de nombreuses expériences prometteuses *La main à la pâte*, *Les petits débrouillards*, le festival *Paris Montagne*, des initiatives pour la culture scientifique et technique comme certains espaces d'Universciences ou l'Exploradôme, les initiatives d'association comme *Entreprise et Progrès* visant à faire découvrir aux collégiens la création d'entreprise et la gestion de projet. L'Académie des technologies poursuit activement des réflexions sur ce sujet.

53 Les enseignants qui tentent des expériences pédagogiques ou participent à des initiatives de découverte ne sont pas toujours très soutenus par leur hiérarchie et peuvent se voir reprocher de prendre des risques par rapport aux objectifs d'acquisition de connaissances de programmes précis et touffus qui leur laissent assez peu de marge pour innover.

54 Les représentations négatives fréquentes des enseignants, des conseillers d'orientation et des parents d'élèves sur la voie professionnelle et sur les métiers auxquels elle conduit font qu'on oriente vers cette voie les élèves aux performances scolaires faibles et à l'insertion parfois précaire.

- une organisation de la formation tout au long de la vie au sein des entreprises et des bassins d'emploi permettant d'aider les écosystèmes à s'adapter aux mutations technologiques et à l'évolution des qualifications nécessaires. L'exemple remarquable du « Plasti-Campus » d'Oyonnax est décrit dans l'annexe A2.

Ces principes doivent évidemment être déclinés aux différents niveaux et dans les diverses filières.

De nombreuses études ont montré l'importance d'une scolarisation précoce pour lutter contre les inégalités et l'intérêt de concentrer les efforts sur l'école maternelle et le début du primaire plutôt que dans les classes ultérieures, où les disparités de niveau sont plus saillantes, mais beaucoup plus difficiles à rattraper[55].

Dès le collège et le lycée, des contacts et visites, voire de courts stages, peuvent permettre aux élèves d'avoir des représentations plus concrètes des métiers de l'entreprise[56]. Divers projets pédagogiques peuvent les sensibiliser au travail en mode projet : les impératifs de coordination au sein d'un projet collectif motivant permettent de découvrir l'importance de la rigueur et de la coopération. Les éléves peuvent également être éveillés à la conception de procédures efficaces économisant temps et ressources (*lean*), à la prise en compte de l'empreinte environnementale (éco-conception). La valorisation de la vie associative favorise aussi l'implication spontanée de l'élève dans des projets[57].

Un enseignement ludique de la programmation (et non du seul usage de moyens informatiques) est également possible et souhaitable au collège, voire dès l'école primaire[58].

55 Voir Valérian Pham Ngoc et Gilles Tauzin, *Liberté, (in) égalité, hérédité.* Presses des mines, Paris, 2011.

56 Outre le stage de classe de troisième, de nombreuses expérimentations intéressantes existent, comme les classes en entreprise, mais ne touchent encore que peu d'élèves.

57 Voir aussi rapport Beylat-Tambourin, recommandation 1.

58 Voir le rapport de l'Académie des sciences *L'enseignement de l'informatique en France. Il est urgent de ne plus attendre*, mai 2013.

D'une manière générale, en voulant enseigner ce qui est complexe par la formalisation et le concept, au détriment de la pratique ou de l'expérimentation encadrée par un tuteur, on restreint le nombre de ceux qui sont capables de s'approprier l'enseignement. Ceci vaut dès le collège et jusque dans l'enseignement supérieur, pour la conception de systèmes complexes, par exemple, la mise en œuvre de méthodes *lean* ou des techniques de conception.

Le faible poids des projets personnels encadrés par rapport aux enseignements formels en France explique peut-être qu'encore plus que dans d'autres pays, la propension à créer une entreprise décroît avec le niveau d'étude[59].

Au sein des entreprises, des efforts considérables peuvent être fait pour offrir aux employés des opportunités de formation continue leur permettant de s'adapter aux mutations technologiques et d'étendre leur champ de compétence. Une gestion des ressources humaines proactive peut alors leur proposer des évolutions de carrières. C'est fréquent en Allemagne ou en Suisse où deux jeunes sur trois commencent leur vie professionnelle en apprentissage, souvent dans des postes d'exécution. Il est beaucoup plus facile de continuer à se former et à progresser ensuite, parfois jusqu'à des postes de direction générale. Ceci permet non seulement d'attirer les jeunes vers les métiers de l'industrie qui présentent de vraies possibilités d'évolution, mais renforce également la compétence technique de l'encadrement qui connaît mieux les métiers et les technologies de l'entreprise.

La formation tout au long de la vie concerne aussi les **dirigeants** des entreprises, qui peuvent bénéficier d'un accompagnement particulièrement utile dans le cas des entreprises innovantes confrontées à de nouveaux enjeux à chaque étape de leur développement (voir l'annexe A1). Les fédérations professionnelles, les organisations consulaires (CCI), les pôles de compétitivité, des associations spécialisées comme l'Association pour le progrès du management peuvent faciliter la mise en relation des dirigeants et des personnes capables de les accompagner. Cet accompagnement ou ces formations incluent la diffusion de **méthodes de management** valorisant la compétence technique et permettant de confier plus de responsabilités à des opérateurs plus autonomes et mieux formés.

[59] Alors que les banques prêteront plus volontiers à un candidat aux diplômes rassurants selon le rapport *PME, le moment d'agir pour un Small Business Act français*, Académie des technologies, à paraître.

Pour disposer des compétences nécessaires à la renaissance de l'industrie, nous recommandons de :

- **repenser la pédagogie et les contenus de la formation** initiale pour développer la confiance en soi, encourager l'initiative et l'exploration, en valorisant les savoirs pratiques, le travail collectif et la réalisation de projets ;
- soutenir la **formation tout au long de la vie** pour développer les compétences des salariés, leur donner plus d'autonomie et de responsabilité et permettre des trajectoires évolutives rendant les carrières dans l'industrie plus attractives.

*Chapitre 5*

# ENCOURAGER UNE RECHERCHE TECHNOLOGIQUE OUVERTE[60]

La recherche technologique permet de constituer un capital de compétences techniques nécessaires à la mise au point de nouveaux procédés, produits, instruments ou protocoles thérapeutiques. Elle souffre d'une évaluation des chercheurs publics et des enseignants trop focalisée sur leurs seules publications académiques, au détriment du concours qu'ils apportent à la diffusion et à la valorisation de leurs connaissances et des résultats de leurs travaux auprès des entreprises et des porteurs d'enjeux sociétaux. Elle peut aussi être encouragée par des mobilités entre secteurs public et privé, par des règles plus adaptées de gestion de la propriété intellectuelle des institutions publiques, par la multiplication des laboratoires communs et des structures d'interface, par les incitations fiscales pour les entreprises qui confient des recherches aux laboratoires publics et par une plus grande ▸

[60] Ce chapitre a bénéficié des discussions d'un atelier dédié du séminaire annuel de l'Académie, de nombreuses publications récentes de celle-ci et des apports de François de Charentenay. On trouvera en annexe A3 des développements plus détaillés dans la contribution de l'Académie des technologies aux Assises de l'enseignement supérieur et de la recherche (2012). L'Académie prévoit de poursuivre ses travaux sur ce sujet important.

participation des industriels et porteurs d'enjeux sociétaux à la gouvernance des institutions de la recherche publique.
Les bénéfices, pour la collectivité, des recherches technologiques réalisées par les entreprises justifient une aide publique à ces recherches.

Nous avons vu au premier chapitre que le renouveau de l'industrie passe souvent par des innovations, permettant d'offrir au consommateur des produits et services enrichis, voire radicalement nouveaux, et d'améliorer l'efficacité des procédés de production ou de distribution. Les processus d'innovation recouvrent de multiples activités : génération d'idées et élaboration de concepts (faire autre chose ou autrement), exploration des usages et des options techniques, construction de démonstrateurs, sélection d'un concept, création, design, conception, développement, industrialisation puis production et lancement[61]. Les innovations ne reposent pas toujours sur des technologies nouvelles, mais leur mise en œuvre efficace nécessite souvent une bonne maîtrise de certaines technologies, voire leur perfectionnement.

Tous les pays industrialisés cherchent donc comment aider leur industrie à rester à la pointe des techniques, par leur investissement dans le développement des connaissances scientifiques[62], mais aussi par l'encouragement au développement de technologies et par des dispositifs permettant à leurs entreprises de mieux tirer parti des connaissances développées dans les établissements d'enseignement supérieur et les organismes de recherche. Nous avons en effet vu dans le premier chapitre que la maîtrise des technologies est un facteur essentiel de succès. Le ressourcement permanent en capital technologique est nécessaire pour s'assurer un leadership solide.

[61] Nous ne traitons pas dans ce rapport du renouveau de la conception innovante (voir P. Le Masson, B. Weil, A. Hatchuel *Les processus d'innovation, conception innovante et croissance des entreprises*, Hermès sciences 2006) ou du management de l'innovation en général (voir par exemple S. Fernez-Walch et F. Romon, *Management de l'innovation*, Vuibert, Paris, septembre 2013.

[62] Innover n'est pas un processus linéaire qui partirait de la recherche scientifique fondamentale et se poursuivrait en recherche appliquée pour déboucher sur le lancement d'un nouveau produit ou service, qui, en cas de réussite commerciale, serait qualifié d'innovation. Toutefois la mise en œuvre des innovations demande souvent une bonne maîtrise technologique, et le développement de la technologie tire parti des ressources scientifiques.

## Qu'est-ce que la recherche technologique ?

Il existe de nombreuses définitions et conceptions de la recherche technologique. On la distingue de la recherche scientifique moins par la méthode employée – les deux s'appuient sur l'étude de la littérature scientifique et technique disponible, sur l'utilisation de dispositifs techniques sophistiqués, sur la mise en œuvre de pratiques professionnelles longues à acquérir – que par sa finalité. La recherche scientifique a pour fonction principale l'extension de la connaissance et se traduit par l'écriture d'articles scientifiques évalués par les pairs. La recherche technologique a pour objectif de permettre la mise au point de nouveaux procédés, de nouveaux produits et services, de nouveaux protocoles thérapeutiques. Pour cela, elle mobilise de multiples disciplines et produit notamment des prototypes, des démonstrateurs, des instruments, des preuves de concepts de nouveaux objets ou systèmes techniques, procédés ou services.

Comme le résume Daniel Kaplan[63], les produits de la recherche scientifique sont jugés par des savants qui « ne croient que ce qu'ils comprennent », les produits de la recherche technologique sont jugés par des industriels qui « ne croient que ce qu'ils voient fonctionner ».

Certains résultats de la recherche technologique donnent lieu à un développement industriel immédiat, ou permettent de surmonter un obstacle que rencontrait un projet en cours, conduisant en cas de succès à la mise sur le marché d'une innovation. Au-delà de ces débouchés immédiatement visibles, la recherche technologique contribue à la constitution d'un capital de savoir-faire, de compétences, de connaissance sur les techniques. Ce capital peut être formalisé dans des brevets ou s'intégrer de manière informelle dans les capacités collectives de l'entreprise. Il peut prendre la forme de méthodologies de conception s'appuyant sur des connaissances scientifiques et renforcer la performance des activités d'ingénierie[64] ou de matériels de mesure et d'expérimentation adaptés à un domaine technologique.

[63] Daniel Kaplan, *Faire vraiment coopérer chercheurs et industriels,* Annales de l'École de Paris du management, 1998.

[64] En un siècle, selon notre confrère François de Charentenay, on est passé d'une connaissance principalement empirique des techniques à une connaissance beaucoup plus précise et objective qu'on nomme technologie.

Il contribue à la capacité de l'entreprise de résoudre des problèmes techniques posés par des utilisateurs de la technologie ou par les développeurs d'applications.

La recherche technologique est parfois située dans une échelle de maturité technique (*technology readyness level*) entre des recherches fondamentales et l'intégration dans des processus industriels fiables. Elle privilégie l'exploration de l'espace des solutions, en vue d'une exploitation lors du développement et de l'industrialisation.

La recherche technologique se fait aussi bien dans les entreprises que dans des institutions de recherche académique comme le CNRS, les universités et grandes Écoles dont les chercheurs sont intéressés par les applications de leurs travaux, parfois dans le cadre de contrats de recherche avec des entreprises. Elle est également réalisée dans des organismes de recherche finalisés (CEA, IFPEN, CNES, centres techniques…), dans des plates-formes technologiques mutualisées (par exemple dans les instituts de recherche technique), dans des unités mixtes de recherche associant entreprises et laboratoires publics, des groupements d'intérêt public ou tout autre dispositif de « traduction » facilitant le rapprochement entre « producteurs » et « utilisateurs » de connaissances[65].

La recherche technologique publique permet de construire des bases technologiques solides (y compris par la formation) sur lesquelles les entreprises, nouvelles ou matures, pourront s'appuyer pour développer les technologies spécifiques au cœur de leur offre de produits et services. Nous avons vu au chapitre 2 comment certaines entreprises articulaient les activités de recherche et les autres compétences nécessaires à l'innovation. Nous réfléchirons au chapitre 8 sur la possibilité de donner à la recherche publique et privée des orientations fécondes pour le tissu industriel. Nous discutons ici de la manière de renforcer notre recherche technologique[66].

[65] Citons par exemple le démonstrateur préindustriel *Toulouse White Biotechnology*, unité mixte de services de l'INRA qui associe un laboratoire de l'INSA Toulouse, 20 entreprises, 6 investisseurs financiers et 9 partenaires publics pour offrir 7 plateaux techniques. Les partenariats entre industriels et laboratoires publics comme ceux entre industriels sont particulièrement efficaces dans le domaine de la recherche technologique.

[66] Selon notre confrère Jean Therme, les moyens relatifs consacrés en France à la recherche technologique seraient très inférieurs à ce que l'on trouve notamment aux États-Unis, mais la définition imprécise du périmètre de la recherche technologique rend les comparaisons délicates.

## Les difficultés à surmonter

Un des freins au développement de la recherche technologique en France est que les scientifiques, s'ils sont dans des établissements publics, sont évalués selon des procédures qui privilégient leurs publications académiques par rapport aux autres dimensions de leur travail (enseignement, valorisation de leurs travaux, de leurs idées et de leur expertise auprès des acteurs économiques et des instances de décision publique, écoute des préoccupations des diverses parties prenantes, diffusion de la culture scientifique et technique…). Ce grave dysfonctionnement perdure malgré de multiples travaux sur l'évaluation de la recherche finalisée[67] et de multiples déclarations d'intention des instances d'évaluation. Ce n'est pas le cas dans le système anglo-saxon où la réalisation de contrats de recherche ou de conseil avec le secteur privé est valorisée dans une carrière universitaire et où des plates-formes technologiques peuvent être gérées au sein d'une université. Une partie de notre système d'enseignement supérieur et de recherche publique reproduit le mépris des savoirs pratiques dont souffre une partie de notre système de formation (voir chapitre 4). Un changement profond des pratiques d'évaluation est nécessaire pour reconnaître la pertinence de la recherche « orientée » (par des problèmes pratiques à résoudre) et la fertilité des activités de valorisation des scientifiques.

Des difficultés de communication viennent de ce que la recherche académique est organisée par discipline, tandis que la recherche industrielle l'est plutôt par domaine d'application (secteurs industriels) et la recherche technologique plutôt par grande famille de technologies[68]. Elle présente une approche plus systémique et intégratrice : il faut souvent assembler et interfacer beaucoup de composants technologiques pour réaliser une fonction.

[67] Voir, par exemple, le projet EREFIN de l'OST (Observatoire des sciences et des techniques).

[68] Les travaux de Futuris tentent d'établir des correspondances et « matrices de passage » entre les nomenclatures disciplinaires (CNU), technologiques (classification des brevets) et industrielles (codes NAF) afin de concilier une représentation de la recherche publique fondée sur la première et de la recherche privée fondée sur la dernière.

Outre l'évaluation monodimensionnelle, la recherche technologique est freinée :

- par des mobilités difficiles, rares, mal reconnues et presque à sens unique entre secteurs public et privé, ce qui nuit au rapprochement et au dialogue[69] ; la gestion des ressources humaines des chercheurs publics et privés pourrait mieux prendre en compte les bénéfices de cette mobilité ;
- par des règles inadaptées de gestion de la propriété intellectuelle des établissements publics qui gênent considérablement les collaborations[70] ;
- par le fait que, dans le privé, les fonctions de « traducteur » permettant à une entreprise de tirer parti des connaissances développées dans son environnement sont en général moins valorisées que les fonctions managériales de chef de projet ou de direction, quoi que demandant une expérience comparable, voire supérieure.

## Mesures pour renforcer notre recherche technologique et la valorisation économique des travaux de la recherche publique

Outre une nécessaire réforme de l'évaluation, plusieurs pistes sont poursuivies ou envisagées, en France et à l'étranger, pour favoriser le développement de la recherche technologique :

- le doublement du crédit d'impôt recherche pour les entreprises contractant leur recherche à des établissements publics, la création des instituts de recherche technique et des instituts pour la transition énergétique, le financement par le programme des investissements d'avenir de démonstrateurs et de plates-formes technologiques vont dans le bon sens, même s'il est trop tôt pour en évaluer les effets ;

69 La recommandation 6 du rapport de M.M. Beylat et Tambourin traite de ce sujet, voir également *L'évaluation des chercheurs en questions* - 1992-2009, Fixari D., Moisdon J.C., Pallez F., Presses des Mines, 2009.

70 La règle nouvelle du mandataire unique, lorsque plusieurs institutions sont associées à une invention, reste peu praticable et conduit à des pertes de temps rédhibitoires lors de la négociation d'une licence.

- la participation de chercheurs industriels à la gouvernance des établissements de recherche publique, à l'enseignement, aux directions de thèses favorise une meilleure perception des enjeux des industriels par les chercheurs publics ;
- des structures de recherche à orientation technique développant de fortes interactions avec les industriels se multiplient (CEATech, Instituts Carnot, Centres techniques industriels…), dont les personnels seraient évalués en prenant en compte les retombées économiques générées[71]. Il faut prendre garde au fait que les bonnes modalités d'interaction avec l'industrie peuvent dépendre du domaine technologique, de la maturité du secteur, de la taille des entreprises participantes ;
- des fonds de maturation apparaissent pour faire passer une technologie de l'expérience de laboratoire à la preuve de concept ou au démonstrateur permettant d'en évaluer le potentiel industriel. Cette maturation dépasse en général les moyens d'une équipe de recherche académique (à supposer que celle-ci soit intéressée), mais elle est souvent indispensable pour convaincre une entreprise d'investir sur le développement et l'industrialisation ;
- bien que le fonctionnement des incubateurs et le support donné aux équipes qu'ils hébergent laissent encore souvent à désirer, certains ont montré leur efficacité pour transformer en innovation des recherches menées dans une organisation publique ou industrielle qui ne les valorise pas[72].

Pour contribuer à la compétitivité des entreprises et à la renaissance de l'industrie, la recherche finalisée publique doit à la fois être pertinente et accessible aux entreprises. Beaucoup de réflexions portent sur la valorisation des connaissances produites par la recherche académique, dont on trouvera une synthèse

[71] Les modalités de cette évaluation ne sont pas évidentes, un bon entremetteur met en relation des gens qui ne lui attribueront pas toujours un grand mérite dans la réussite de leur projet, pas plus qu'on ne retrouve les traces du catalyseur dans les produits de la réaction chimique qu'il a rendue possible.

[72] Il a cependant paru au groupe que la fonction première des incubateurs était de consolider les projets d'entreprise et que, même s'ils permettaient de valoriser des résultats de recherche, on ne pouvait pas les inclure dans le périmètre de la recherche technologique.

dans le rapport de Jean-Luc Beylat et Pierre Tambourin[73]. Une autre approche est la sensibilisation des chercheurs et enseignants des institutions publiques aux enjeux des acteurs économiques et sociétaux y compris en termes de compétences disponibles. La présence de ces acteurs dans la gouvernance des institutions de recherche et d'enseignement et leur implication dans la programmation des organismes et des agences y contribuent[74], tout comme la multiplication des mobilités, des exercices de réflexion prospective communs et des rencontres informelles.

## Inciter les entreprises à faire de la recherche technologique

Même si ce n'est pas l'objectif premier de la recherche technologique, celle-ci produit des connaissances en partie publiques[75], au-delà de ce qui est appropriable par l'entreprise qui a réalisé la recherche. L'utilité sociale d'une recherche est donc supérieure à son utilité pour l'entreprise, ce qui justifie une contribution publique aux dépenses[76]. Malgré son coût élevé et la difficulté d'une évaluation précise de son impact[77], le Crédit d'impôt recherche actuel semble une bonne formule.

73 Jean-Luc Beylat et Pierre Tambourin, *L'innovation, un atout majeur pour la France, avril 2013*, ministère du redressement productif - ministère de la recherche - http://www.redressement-productif.gouv.fr/files/rapport_beylat-tambourin.pdf.

74 Certains chercheurs publics considèrent encore pourtant que l'avis des industriels ou des porteurs d'enjeux sociétaux n'est pas pertinent pour sélectionner les projets collaboratifs de l'Agence nationale de recherche n'impliquant pas d'acteur privé ou non lié à la recherche. Par ailleurs, alors que des représentants de l'industrie siègent au Conseil d'administration de l'ANR, il y en a peu dans les Alliances de recherche appelées à jouer un rôle croissant dans la programmation des organismes.

75 Ne serait-ce que les procédés décrits dans des brevets, susceptibles d'inspirer des perfectionnements librement utilisables par tous à l'expiration de la période d'exclusivité conférée par le brevet.

76 Faute de quoi, comme le montrent les économistes, l'entreprise rationnelle investira moins en recherche que ce qui est optimal pour la collectivité.

77 Voir Benoît Mulkay et Jacques Mairesse, *Évaluation de l'impact du crédit d'impôt recherche,* Janvier 2012

Il incite les petites entreprises à faire des recherches qu'elles n'entreprendraient pas sur leurs seules ressources. Il encourage les entreprises implantées à l'étranger à réaliser leur recherche en France en compensant les surcoûts, au bénéfice de l'écosystème local[78].

Même avec un soutien financier, beaucoup de PME n'entreprendront des recherches que si elles trouvent des ressources suffisantes à proximité, dans des domaines comme la veille technologique, la propriété intellectuelle, les moyens d'essais ou d'expérimentation sur les usages (*living labs*) au sein d'universités ou d'instituts spécialisés, parfois dans le cadre de plates-formes ouvertes. Dans tous ces domaines, la qualité et l'ouverture de l'écosystème local ont un impact déterminant.

## PROPOSITIONS POUR ENCOURAGER LA RECHERCHE TECHNOLOGIQUE

- **Évaluer** l'ensemble des activités des chercheurs de manière équilibrée.
- Faciliter la **mobilité** et les interactions entre recherche publique et entreprises.
- Adapter les règles de propriété intellectuelle dans la recherche publique.
- Soutenir financièrement les activités de maturation et les preuves de concept.
- Encourager la recherche orientée vers les problèmes des industriels (Instituts Carnot, abondement du CIR…).
- Faciliter l'accès des PME à des plates-formes d'exploration des techniques et des usages (*living labs*) et à des centres de ressources technologiques.

[78] Certains considèrent cependant que cet effet est limité, que le CIR devrait être ciblé sur les PME ou parfois encore qu'il devrait être élargi à des dépenses d'innovation au-delà de la seule recherche.

*Chapitre 6*

# FINANCER LE DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE ET INDUSTRIEL[79]

L'investissement dans le développement des entreprises et des technologies immobilise du capital pendant une durée longue, pour un résultat incertain. Pour orienter une plus grande partie de l'épargne vers le financement des entreprises, il faut donc compenser le risque et l'absence de liquidité par une moindre imposition. Les investisseurs ont surtout besoin d'un cadre réglementaire et fiscal stable pour ne pas ajouter aux incertitudes sur les marchés et la technologie des incertitudes sur les revenus attendus en cas de succès.

Il est judicieux de mobiliser l'épargne locale pour le financement des PME et d'encourager l'orientation vers le capital risque et le capital développement d'une part de l'en-cours de l'assurance-vie.

Enfin, la création pour les entreprises technologiques d'un large marché boursier regroupant les places européennes pourrait faire émerger une communauté d'analystes qualifiés et favoriser une alternative au rachat par des groupes existants.

[79] Ce chapitre est fondé sur les travaux du groupe « financement », dont on trouvera les conclusions rédigées par Christian de Boissieu, Bernard Daugeras et Elisabeth Caze en annexe A4.

Les entreprises, surtout celles qui développent des innovations longues à porter sur le marché, les petites ou celles qui se restructurent à un moment où elles manquent de réserves, ont besoin de financements[80]. Or la conjoncture macroéconomique et le durcissement des ratios de solvabilité et de liquidité font que les banques transformeront moins de dépôts de court terme en prêts à long terme. Les crédits bancaires dont pourront disposer les entreprises pour financer des projets d'innovation aux rendements incertains et surtout lointains vont donc encore se raréfier. Or la substitution des financements de marché aux crédits bancaires n'a rien de mécanique. Certes, une épargne des ménages abondante est disponible en France, mais elle ne s'orientera vers l'entreprise que si la fiscalité prend en compte l'inconvénient d'avoir son épargne immobilisée longtemps et investie dans des aventures risquées, si des véhicules adaptés collectent cette épargne pour la placer dans le financement du développement des entreprises et si un marché boursier suffisamment actif offre des perspectives de sortie.

## Mesures fiscales en faveur des placements risqués et patients

La fiscalité peut prendre en compte l'exposition au risque et la contrainte d'immobilisation de l'épargne :

- au moment de l'investissement (réduction d'impôt égale à une partie des sommes investies) ;
- pendant la détention de ces actifs non mobilisables, en les retirant de l'assiette de l'ISF ;
- à la sortie en cas de plus-value, en taxant moins ces plus-values de placement à risque que les revenus plus assurés ;

[80] Pour les start-up, on évoque notamment deux vallées de la mort : au démarrage pour trouver quelques centaines de milliers d'euros (au-delà des apports des créateurs et de leur premier cercle) et lorsqu'il faut trouver quelques dizaines de millions d'euros pour passer à la fabrication ou à la commercialisation à grande échelle. C'est souvent à ce second stade que les entreprises sont rachetées, avec des risques pour la pérennité des emplois qualifiés créés en France.

- à la sortie en cas de moins-value, en permettant de déduire ces pertes des revenus du contribuable[81].

Ces mesures devraient relancer l'activité, trop faible en France, des *business angels*.

La première mesure existe depuis longtemps. Cette niche fiscale a conduit à l'émergence de produits de défiscalisation de qualité variable, les talents nécessaires pour séduire les contribuables désireux de réduire leur impôt n'étant pas toujours corrélés aux compétences pour sélectionner et accompagner de bons projets. Les mesures permettant d'améliorer les conditions de sortie créent moins de distorsion économique, mais supposent que les règles fiscales soient stables et prévisibles.

La fiscalité de l'assurance-vie peut aussi être adaptée pour qu'une partie significative des fonds soit engagée dans le financement des entreprises. C'est l'objectif des réformes en cours préparées par le rapport Berger-Lefebvre[82]. C'est également une recommandation du groupe de travail de l'Académie : prendre les mesures réglementaires et fiscales incitatives pour attirer annuellement 1 à 3 pour mille de l'encours de l'assurance-vie (plus de 1400 milliards d'euros), soit environ 1,5 à 4 milliards d'euros, vers le capital-risque et le capital-développement technologique.

## Les institutions

BPIFrance, si elle réussit à tirer parti de la réunion des compétences issues de l'Anvar, de Sofaris, de la BDPME (fusionnées il y a quelques années au sein d'Oseo), du FSI et de CDC-Entreprises, peut jouer un rôle d'investisseur avisé et faciliter des émergences, transitions, transmissions et consolidations. Ce peut être directement ou en accélérant le développement de l'écosystème des acteurs

[81] Si les plus-values sont imposées comme les autres revenus, cette mesure devient automatique.

[82] Rapport au Premier ministre de Berger-Lefebvre sur l'épargne financière, avril 2013, http://proxy-pubminefi.diffusion.finances.gouv.fr/pub/document/18/14663.pdf.

privés du capital-risque (fonds de fonds…). Par ailleurs, le groupe a constaté que la région était souvent mieux placée pour contribuer au développement des entreprises petites ou moyennes de son territoire qu'une institution nationale dont les centres de décisions sont plus éloignés du terrain. Il recommande donc une large décentralisation des dispositifs d'aide[83].

Pour une entreprise, le meilleur des financements reste le chiffre d'affaires. Il importe donc de continuer à encourager les acheteurs publics et privés à passer commande aux entreprises innovantes. Ceci peut passer par des quotas au niveau européen comme dans le *Small Business Act* américain[84], mais aussi par la correction de certains obstacles du code des marchés publics ou de certains cahiers de clauses techniques (par exemple l'obligation d'assurer une couverture nationale qui pénalise de fait certains fournisseurs locaux). Il semble aussi que le code des marchés publics considère une entreprise en avance sur ses concurrents grâce à une capacité technologique unique comme monopolistique, donc non éligible à certains marchés.

Un système d'assurance encouragerait les acheteurs à prendre le risque d'un fournisseur innovant[85]. Enfin, des progrès restent à faire sur les délais des paiements des grands groupes et des administrations[86], ainsi que sur certaines règles internes des banques[87].

83 En revanche, la multiplication des acteurs de niveau infrarégional ne semble pas pertinente et conduit à des redondances inefficaces.

84 Voir le rapport de l'Académie des technologies sous la direction de Christian Brévard *PME : le moment d'agir, pour un Small Business Act français (À paraître).*

85 Voir Gérard Worms, *Recommandations pour favoriser le développement des entreprises innovantes,* Futuris, 2005. Cela suppose de mobiliser la capacité d'expertise des services issus d'OSEO-Innovation pour déterminer des primes de risque adaptées et non d'assurer les seules opérations à faible risque.

86 Les délais de paiement après facturation, plus surveillés, sont mieux respectés, mais les mauvaises manières de certaines directions d'achat persistent (délai pour émettre les bons de commande ou multiplication des demandes de pièces pour retarder la facturation).

87 Qui incluent dans le calcul « d'exposition » sur certaines entreprises des sommes qu'elles sont certaines de récupérer même en cas de défaillance de l'entreprise, comme l'avance du CIR dû (et dont le versement est garanti par l'État à la banque qui l'escompte).

Plus précisément, le financement vient des marges dégagées par l'exploitation. L'excédent d'exploitation ou plutôt de trésorerie d'une entreprise est réparti entre les actionnaires (dividendes), les employés (salaires), l'État (impôts et taxes) et les investissements de l'entreprise. Les dernières années ont vu une augmentation tendancielle des prélèvements des actionnaires (dividendes ou rachats de ses actions par l'entreprise), de l'État (croissance des prélèvements) et des salaires (qui ont augmenté plus rapidement que la productivité du travail) au détriment de l'investissement et donc de la croissance de l'entreprise, c'est-à-dire de celle des emplois, de la plus-value à long terme des actionnaires et de l'assiette fiscale de l'État.

## Un marché boursier adapté aux entreprises technologiques

Un marché boursier des entreprises technologiques ne peut se développer que s'il existe en Europe une masse critique d'analystes capables d'expertiser les perspectives de ces entreprises[88]. L'existence d'un tel marché est indispensable si l'on souhaite éviter que les « sorties » se fassent presque toujours par rachat, souvent par des entreprises étrangères[89]. Là encore, les règles fiscales actuelles qui encouragent l'investissement dans l'immobilier, dans l'art, dans la production cinématographique, dans les communautés d'outre-mer ou dans les forêts ne donnent pas une grande priorité au financement

[88] La fusion d'Euronext et de Deutsche Börse favoriserait l'émergence d'une telle communauté.

[89] Notons cependant qu'il n'existe pas d'étude systématique sur l'impact de tels rachats sur l'emploi et les compétences en France. Des enquêtes qualitatives existantes, comme celle du rapport Futuris 2012, montrent que cet impact est parfois très positif (lorsque les services de conception et de production restent en France et que l'adossement à un groupe permet une croissance plus rapide du marché accessible). On ne sait pas non plus dans quelle mesure les ventes de start-up à des groupes étrangers sont compensées par les achats de start-up étrangères par des groupes français.

des entreprises. Une mesure pour inciter ceux qui peuvent immobiliser une partie de leur épargne et accepter un certain niveau de risque serait de sortir de l'assiette de l'ISF les titres de valeurs mobilières, éventuellement après une durée de détention minimale[90].

## Le financement de la protection sociale

Si l'on souhaite favoriser le développement d'entreprises riches en emplois[91], il est pertinent de réduire le coût du travail en transférant une part significative du financement de la protection sociale à l'impôt pour réduire d'autant les charges pesant sur les salaires. La plupart des pays voisins l'ont fait, notamment pour les charges de solidarité comme les allocations familiales qui ne relèvent pas de la négociation collective. Le crédit d'impôt pour la compétitivité et l'emploi a un effet équivalent pour les bas salaires, mais beaucoup de salaires qualifiés de l'industrie dépassent le seuil de 2,5 SMIC.

Rappelons enfin que pour évaluer la rentabilité potentielle d'un investissement, les entreprises ont besoin de stabilité de la fiscalité, ou au moins d'une bonne prévisibilité sur son évolution[92]. Nous reviendrons sur ce besoin crucial de stabilité réglementaire et fiscale dans le chapitre suivant.

90 Certes, cette mesure profite surtout aux contribuables fortunés, mais ce sont les seuls qui peuvent immobiliser longtemps et risquer leur épargne. Les autres bénéficieraient plutôt d'une fiscalisation avantageuse des compartiments d'assurance-vie placés en titres d'entreprises, tout en profitant d'une plus grande liquidité et d'une mutualisation du risque.

91 Ce que ne sont pas en général les entreprises de haute technologie. Rappelons que l'emploi cumulé de Google, Apple, Facebook et Amazon reste très inférieur à celui de General Motors, malgré le fort déclin de ce dernier. Les entreprises de haute technologie créent beaucoup de richesses, donc des emplois induits, mais peu d'emplois directs.

92 Dans une note de mai 2013, D. Bureau et ses co-auteurs montrent qu'il est souhaitable que l'État s'engage sur un prix minimal de l'énergie (en taxant celle-ci au cas où le prix du marché soit inférieur) afin d'encourager les acteurs à investir dans l'efficience énergétique.

## RECOMMANDATIONS DU GROUPE DE TRAVAIL SUR LE FINANCEMENT

- Mettre fin à l'instabilité fiscale, obstacle majeur pour l'engagement d'investissements conséquents de la part des entreprises industrielles.
- Mettre en place un traitement fiscal incitatif pour attirer l'épargne privée et les grands groupes industriels vers des investissements à risque, l'objectif étant d'encourager, via l'innovation, l'émergence de futurs leaders mondiaux.
- 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.
- Prendre les mesures réglementaires et fiscales incitatives pour attirer annuellement 1 à 3 pour mille de l'encours de l'assurance-vie (plus de 1400 milliards d'euros), soit environ 1,5 à 4 milliards d'euros, vers le capital-risque et le capital-développement technologique.

*Chapitre 7*

# ENTRETENIR UN ENVIRONNEMENT FAVORABLE À L'INDUSTRIE

En plus des facteurs discutés aux chapitres précédents, le renouveau de l'industrie dépend de la compréhension par le public et les décideurs politiques des enjeux de l'industrie, de la qualité des infrastructures, du coût des ressources, de la réglementation et de l'expertise technique des différentes administrations [93]

Au sein d'un continent de plus en plus intégré comme l'Europe, les choix de localisation des entreprises sont déterminés par l'existence d'infrastructures de bonne qualité (transport, communications physiques et numériques), par le coût de facteurs de production physiques (énergie, matières premières), par la qualité, la qualification et le coût des ressources humaines disponibles (niveau et qualité de formation, coût du travail), par la qualité et la prévisibilité de la réglementation, par une fiscalité favorable et stable.

[93] Ce chapitre rassemble des éléments importants pour le développement de l'industrie, mais qui n'ont pas fait l'objet d'un groupe de travail spécifique pour la préparation de ce rapport. Ces facteurs ont été évoqués et discutés par les différents groupes, le groupe de pilotage du rapport, la commission des travaux, le conseil académique ou divers relecteurs.

Certains coûts défavorables peuvent être compensés par des éléments de flexibilité et d'agilité, par la proximité des marchés (capacité de s'adapter aux variations qualitatives et quantitatives de la demande), par des méthodes de management et d'organisation efficaces et par un environnement local favorable à l'industrie *(business friendliness).*

Nous allons considérer successivement la compréhension des enjeux de l'industrie, les infrastructures, le coût des ressources mobilisées et la réglementation.

## Une meilleure connaissance des enjeux de l'industrie

Les décideurs politiques, depuis la fin des années Pompidou, sont peu sensibles aux enjeux de l'industrie, lorsqu'ils les connaissent[94]. Ainsi les arbitrages ont souvent privilégié la demande sur l'offre, le pouvoir d'achat des consommateurs sur les capacités d'investissement des entreprises. On espérait que la stimulation de la demande augmenterait mécaniquement le chiffre d'affaires des entreprises. Encore faut-il que la demande supplémentaire s'oriente vers des productions nationales ce qui, souvent, n'est pas le cas[95]. Ainsi la politique publique de subvention aux panneaux photovoltaïques a surtout profité aux producteurs asiatiques.

Les mesures en faveur des entreprises sont encore souvent considérées comme un cadeau à leurs actionnaires. Ce n'est pas toujours faux, notamment dans le modèle capitaliste anglo-saxon où la part des actionnaires dans le total des profits augmente, mais ce n'est pas le cas dans le modèle rhénan où des syndicats puissants veillent à l'équité de la répartition et donnent la priorité à la croissance de l'entreprise et de l'emploi, parfois au prix d'une modération temporaire de la croissance des salaires et des dividendes.

[94] Voir par exemple la note d'O. Costa et A.S. Behm, *Les députés connaissent-ils l'entreprise ?* En Temps Réel, cahier n°52, décembre 2013.

[95] Voir le rapport d'information du sénateur Bernard Angels, Sénat n°169, 15/1/2009, *La relation entre consommation des ménages et importations : relancer la consommation pour relancer la croissance ?* qui montre que la part des importations est plus importante dans la consommation marginale (permise grâce à un gain de pouvoir d'achat) que dans la consommation moyenne.

La promotion d'une meilleure compréhension des enjeux de l'industrie par les décideurs politiques (dont les arbitrages législatifs, budgétaires et fiscaux ont un fort impact), l'Administration (qui fixe des règlements plus ou moins favorables, stables et cohérents et les applique d'une manière plus ou moins constructive), le monde enseignant et le grand public (qui encouragent ou non les jeunes à s'orienter vers les métiers de l'industrie) et les jeunes eux-mêmes (que l'industrie attire ou non) peut fortement contribuer au redressement industriel.

Multiplier les espaces de dialogue entre l'industrie et ses publics favorise aussi une meilleure connaissance réciproque. D'une part, les industriels comprennent mieux les attentes de la société en matière de sécurité, renforcées par la multiplication des crises sanitaires, des accidents industriels aux conséquences mal maîtrisées, voire des fraudes que les institutions de contrôle n'ont pas su éviter, détecter ou sanctionner à temps. D'autre part, les autres parties prenantes peuvent débattre des enjeux des technologies et avoir confiance dans des processus de choix auxquels ils se sentent mieux associées[96].

Ces dialogues de toute nature permettent aussi une meilleure compréhension par les citoyens des enjeux sociétaux et de la manière dont on peut y répondre, par exemple dans le domaine de la transition écologique ou des besoins des personnes âgées. La bonne appropriation d'un enjeu par les électeurs est en général un gage de l'intérêt que lui porteront leurs élus.

## Les infrastructures

Les pouvoirs publics nationaux et locaux développent, entretiennent ou régulent les infrastructures essentielles que sont le système de formation, le système public de recherche, les réseaux de communication physique (transports) et numérique. Nous avons consacré des chapitres spécifiques aux deux premiers.

[96] Voir *Risques et précaution*, note de La Fabrique de l'industrie, premier semestre 2014.

### Les infrastructures de transport[97]

Malgré la dématérialisation d'une part de l'économie, il ne semble pas que l'on puisse s'attendre à un découplage entre la croissance de l'économie et le besoin de transports. L'éclatement des chaînes de valeur conduit au contraire à un fort besoin de transports intermodaux. Les ports français sont en perte de vitesse par rapport aux grands ports du Nord de l'Europe qui ont considérablement renforcé leur interconnexion ferroviaire (Hambourg prévoit de doubler son trafic ferroviaire entre 2008 et 2017 de 200 à 400 trains par jour). Certaines industries, notamment celles dont les produits ont une faible valeur massique, ont besoin d'infrastructures de transports denses et efficaces.

### Les infrastructures de communication électronique

L'accès facile, fiable et à coût raisonnable à des infrastructures de communication à haut débit, à des capacités de calcul et de stockage et la possibilité d'utiliser celles-ci dans de bonnes conditions de sécurité sont déterminants pour beaucoup d'industries.

## Le coût des ressources

L'industrie mobilise du capital, du travail, de l'énergie et des matières premières. Nous avons consacré le chapitre précédent au financement des investissements (le capital). Nous allons discuter ici des autres facteurs de production, puis des réglementations qui affectent aussi les coûts de production.

[97] Voir le rapport de l'Académie sous la direction de Jean-Claude Raoul, *Le transport de marchandises*, 2009.

## Le coût du travail

Dans la première décennie de ce siècle, le coût du travail a évolué en France comme dans le reste de l'Union européenne hors Allemagne, et plus rapidement que les gains de productivité. Mais pendant cette même période, l'Allemagne, où le coût unitaire du travail dans l'industrie était plus cher qu'en France d'environ 10 % au début des années 2000, s'est imposée une grande modération, de sorte que les coûts unitaires sont aujourd'hui à peu près semblables. L'Allemagne bénéficie par ailleurs de coûts moindres dans les services à l'industrie (qui représentent une part croissante des prix de revient) [98], de l'accès à une sous-traitance qualifiée bon marché dans les pays d'Europe centrale et d'une meilleure organisation du travail. Une amélioration de l'efficacité de la dépense publique permettrait à terme de ne pas demander aux salariés d'accepter une rémunération moindre pour compenser le poids d'un environnement moins efficace.

## L'énergie

En dehors de la chimie et de la fabrication d'aluminium, la plupart des secteurs gros consommateurs d'énergie fabriquent des produits qu'il est coûteux de transporter sur de très longues distances. Ces industries ne souffrent donc pas trop – au moins directement – de la disponibilité de gaz bien meilleur marché aux États-Unis[99]. En revanche, des variations importantes entre pays européens voisins peuvent avoir un impact sur la localisation des unités de production[100]. Des États comme l'Allemagne offrent une énergie bon marché à certaines de leurs entreprises en la faisant payer plus cher aux ménages. Il est important de mettre en place une politique énergétique européenne pour éviter de créer des distorsions trop importantes.

[98] L'instauration prochaine d'un salaire minimum réduira une part de cet écart.

[99] Voir Mathieu Bordigoni, *L'impact du coût de l'énergie sur la compétitivité de l'industrie manufacturière »,* working paper du CERNA, http://www.cerna.ensmp.fr/

[100] La France avait plutôt un avantage dans ce domaine grâce à son parc électronucléaire. Cet avantage s'est renforcé au cours des années 2000, mais a aujourd'hui tendance à s'éroder.

### L'excellence opérationnelle

Il reste d'importants gisements d'amélioration dans de nombreuses entreprises. Le nombre de cadres dans une unité de production employant environ 500 ouvriers est typiquement deux fois plus important en France qu'en Allemagne[101]. Certains préconisent d'appliquer les méthodes *lean* et de qualité totale, non seulement aux tâches de production, mais aussi à la conception et au management.[102] Les gains espérés peuvent largement compenser le coût local plus élevé du travail. Les fédérations professionnelles, les organismes consulaires et les pôles de compétitivité pourraient jouer un rôle plus important dans la promotion et la diffusion des techniques de gestion et l'accompagnement des dirigeants de PME.

## La réglementation

La réglementation encadre l'activité productive. Sa complexité ou ses incohérences peuvent constituer des sources d'inefficacité. Il est donc légitime, non seulement d'étudier l'impact de toute réglementation nouvelle sur l'industrie[103], mais aussi de revisiter le bien fondé de réglementations existantes, dont la justification historique a parfois disparu. Ainsi, dans le bâtiment, le développement de solutions d'efficacité énergétique favorables à la transition écologique se heurte parfois à l'inertie des réglementations[104].

Dans le domaine médical, par exemple, un protocole thérapeutique, même après avoir fait l'objet des agréments et autorisations nécessaires, ne peut être mis en œuvre qu'après sa cotation permettant de définir les bases du remboursement par l'assurance-maladie.

101 Dorothée Kohler et Jean-Daniel Weisz, *Pour un nouveau regard sur le Mittelstand*, La Documentation française, 2012.

102 Voir en annexe C1 la contribution de Roland Vardanega.

103 C'est une des premières mesures proposées par le rapport Gallois.

104 Voir en annexe le compte-rendu des travaux du groupe thématique « bâtiment » (annexe B3).

Les réglementations environnementales ont un impact sur la compétitivité des industries, même si elles sont appliquées de manière uniforme dans un espace économique. Les Allemands sont défavorables aux normes d'émission de $CO_2$ des véhicules proposées par la Commission parce qu'elles désavantageraient les grosses voitures dans la production desquelles leur industrie est plus spécialisée que la nôtre. *A contrario*, les constructeurs français auraient intérêt à une réglementation européenne plus exigeante.

Une réglementation ou un système fiscal[105] peuvent être rendus inefficaces ou paralysants s'ils sont instables ou si leur interprétation est incertaine : ils créent alors une imprévisibilité qui décourage l'investissement et sont mal assimilés par les acteurs concernés.

## Généraliser l'analyse des coûts et bénéfices

D'une manière générale, la réglementation reflète trop souvent le rapport de force entre le régulateur et ceux sur lesquels pèseront les coûts éventuels de la régulation, plutôt qu'une analyse des bénéfices et des risques de différentes options. Elle est même parfois une réponse politique dans l'urgence à des accidents médiatisés[106]. *A contrario*, l'asymétrie d'information, autrement dit le fait que le régulateur ait moins de données sur un danger que les agents économiques qui n'ont pas intérêt à la régulation, peut conduire à une régulation trop laxiste ou lacunaire de l'industrie ou de la finance. Notons que le « principe de précaution » est souvent invoqué à mauvais escient[107] pour

[105] Voir le chapitre 6 sur la fiscalité des investissements dans les entreprises et le droit des marchés publics.

[106] Ainsi des normes de sécurité très exigeantes ont été prises pour les ascenseurs à la suite d'un accident. Cela coûte très cher aux copropriétés, tout en faisant le bonheur des entreprises du secteur, pour un nombre d'accidents évités très faible (7 morts par an sur toute la France). D'autres utilisations du même budget permettraient d'éviter beaucoup plus de décès.

[107] Voir *Les Usages du principe de précaution,* Communication à l'Académie des technologies, mai 2011, qui rappelle que le principe de précaution est un principe d'action, et parfois un moteur d'innovation, dans des domaines comme le transport ou le traitement de l'eau.

justifier des réglementations paralysantes, alors que ce principe est fondé sur une analyse bénéfice/risque et prône d'engager les recherches nécessaires pour réduire les incertitudes lorsque celles-ci rendent cette analyse difficile[108].

## Le droit du travail

La préoccupation légitime de protection des employés, notamment les plus vulnérables, a parfois l'effet pervers de décourager les embauches dans une conjoncture incertaine, en rendant les licenciements difficiles et coûteux. L'accord national interprofessionnel du 11 janvier 2013 sur la compétitivité et la sécurisation de l'emploi, en réduisant les incertitudes qu'entraîne une rupture du contrat de travail tant pour l'employeur que pour le salarié[109], facilite les décisions des deux parties.

On peut aussi envisager des contrats de projet moins protégés pour des spécialistes très qualifiés et mobiles en position de trouver facilement du travail. En effet, certaines entreprises disent éviter d'entreprendre en France leurs projets de développement risqués, car en cas d'échec, il faudra se séparer des spécialistes embauchés spécifiquement pour le projet, processus complexe et potentiellement coûteux[110].

## Le droit de la concurrence

Le droit de la concurrence peut aussi se révéler un obstacle à une politique industrielle européenne volontariste. Certains pensent que la manière dont il est mis en œuvre aujourd'hui rendrait impossible la constitution d'un champion européen comme Airbus. La possibilité d'acquérir une position dominante et le risque d'en abuser doit s'apprécier

[108] La commission Lauvergeon propose l'affichage d'un principe d'innovation pour contrebalancer la mauvaise interprétation fréquente du principe de précaution. Voir aussi le rapport *Risques et précaution* de La Fabrique de l'industrie (à paraître).

[109] Incertitudes d'autant plus importantes qu'on constate parfois une grande diversité des avis des inspections du travail territoriales sur une même décision s'appliquant à plusieurs sites.

[110] Voir par exemple le témoignage d'Olivier Coste : http://www.la-fabrique.fr/app/webroot/uploads/tiny/Laissez_moi_embaucher.pdf

sur un périmètre géographique large lorsque le marché est totalement mondialisé et ne pas empêcher la constitution de champions industriels lorsque les concurrents sont des firmes mondialisées géantes, parfois protégées sur leur marché intérieur.

## L'attraction et l'accueil des talents étrangers (et français)

Un des atouts de l'industrie des États-Unis est la capacité de ce pays à attirer des talents du monde entier dans ses universités et dans ses entreprises, que ces étrangers sont de plus en plus nombreux à créer. Cela repose parfois sur des infrastructures[111]. La politique d'émigration et de délivrance de visas joue également un rôle important. Plusieurs programmes de l'Agence nationale de recherche (ANR) visent ainsi à permettre à des scientifiques français ayant complété leur formation ou acquis une expérience professionnelle à l'étranger de revenir s'installer en France dans des conditions attractives.

## Des règles de commerce vertueuses

Le désir des pays européens d'encourager des modes de production plus respectueux de l'environnement et des employés se heurte au risque d'une perte de compétitivité par rapport à des pays moins scrupuleux. Par exemple une taxe carbone portant sur les émissions des usines européennes conduirait des productions à être relocalisées dans des pays aux procédés plus polluants. Malgré les difficultés techniques, il est plus pertinent de taxer à la consommation le carbone incorporé dans les produits, que ceux-ci soient produits localement ou importés[112] ;

[111] Au moment de la création de l'Alliance pour la microélectronique (Alliance Crolles 2 de 2002), la présence d'un collège et lycée international à Grenoble avait aidé à convaincre 400 scientifiques de haut niveau de Motorola de déménager depuis le Texas, donc à localiser l'Alliance en France.

[112] Différents schémas sont possibles. Le plus vertueux consiste à taxer en fonction des émissions du procédé de production utilisé. En l'absence de traçabilité, on considérerait que le produit a été fabriqué selon les pires procédés en usage. Le plus simple (moins efficace) consiste à taxer selon le pire procédé en usage en Europe (sauf preuve de l'utilisation d'un procédé moins émissif).

il n'y aurait alors pas d'entrave au commerce[113]. De même, il est légitime d'exiger que les importations de pays ne se conformant pas aux conventions internationales sur le travail soient interdites ou fortement taxées.

## Autres recommandations pour l'action publique

Les politiques publiques sont souvent investies d'attentes et d'objectifs contradictoires (par exemple : concentrer les moyens sur quelques champions ayant une masse critique tout en respectant une équité territoriale et en aidant les régions moins bien dotées, favoriser le développement d'industries de pointe tout en créant des emplois accessibles aux gens peu qualifiés, préparer le long terme tout en montrant des résultats tangibles à court terme).

Cela a pu conduire dans le passé à certaines confusions consistant à assigner des objectifs contradictoires au même dispositif, où à mener simultanément des politiques dont les effets s'annulent. Il est donc important de tirer quelques leçons du passé.

### Distinguer les politiques de régulation de la demande et de stimulation de l'offre

La politique très coûteuse d'incitation à l'équipement en panneaux solaires, censée permettre le décollage de la demande et l'émergence d'entreprises françaises, a atteint et dépassé l'objectif de pénétration de cette technologie, mais à l'avantage des producteurs chinois déjà en surcapacité. La plupart des producteurs français ont disparu.

Dans le domaine de la santé aussi, la régulation des dépenses médicales et le soutien aux producteurs nationaux de médicaments ou d'équipements médicaux entrent souvent en conflit[114].

[113] Certains proposent même, pour rendre la négociation plus facile, de consacrer à des actions en faveur de l'environnement dans les pays du Sud le produit de la taxe.

[114] Un débat récent porte sur l'intérêt de rembourser un médicament produit en France un peu mieux que son générique produit hors d'Europe.

De même, on s'est récemment interrogé sur la mission des groupements d'achats publics. En cherchant le moins-disant pour approvisionner une entité publique, une centrale d'achat comme l'UGAP entraîne plus de dépenses nettes pour l'État que si elle paye un peu plus cher une commande à une entreprise française[115].

## Entretenir une expertise technique et une capacité de pilotage stratégique dans les ministères

Certains de nos confrères se sont alarmés d'une perte d'expertise technique dans des ministères dont les choix ont un impact important sur notre tissu productif (santé, défense, énergie, industrie, agriculture, équipement…). Ceci met en péril leur capacité à orienter l'achat public, la réglementation et la normalisation pour favoriser le développement de technologies et de filières industrielles en France.

### RECOMMANDATIONS

Pour créer des conditions plus favorables au développement de l'industrie, les pouvoirs publics peuvent :

- permettre aux citoyens et aux décideurs politiques de mieux comprendre les enjeux de l'industrie et les grands besoins sociétaux auxquels elle permet de répondre ;
- développer des infrastructures notamment dans le domaine des transports, des communications et comme on l'a vu dans les chapitres précédents, de l'éducation, de la recherche et de l'accessibilité des technologies ;
- veiller à ce qui détermine le coût des ressources, notamment du travail, de l'énergie, du capital ;
- promouvoir une réglementation stable et fondée sur une analyse des coûts et bénéfices pour toutes les parties prenantes ;
- entretenir une expertise technique et économique dans les ministères dont les choix ont un fort impact sur le tissu productif.

[115] Une étude des bénéfices indirects et induits pour la France ou pour l'Europe de divers scénarios d'achat permettrait de corriger cet effet mais supposerait une redéfinition de la prestation de l'UGAP.

*Chapitre 8*

# RASSEMBLER LES ÉNERGIES SUR QUELQUES PARIS AMBITIEUX[116]

Nous avons analysé dans quelques domaines les ruptures technologiques et l'apparition ou le développement de besoins et usages qui peuvent fournir des occasions de renouveau de l'industrie.
Si certaines opportunités se situent dans la haute technologie (*big data*, sécurité des données, médecine personnalisée…), beaucoup concernent la transformation en profondeur de domaines plus traditionnels (bâtiment, textile, industries alimentaires…), souvent grâce à l'intégration de technologies nouvelles.
Profiter de ces opportunités suppose parfois de rassembler des compétences dispersées. Lorsque les initiatives des industriels n'y suffisent pas, l'État peut jouer un rôle, en favorisant les collaborations au sein des filières ou des pôles de compétitivité ou en utilisant notamment le programme des investissements d'avenir pour soutenir des plans industriels ou l'exploration de réponses à de grands défis sociétaux.

[116] Ce chapitre est fondé sur les travaux des groupes « analyse de cas » et « rattraper les retards », sur les contributions thématiques individuelles ou collectives. On trouvera certaines de ces contributions sur le site de l'académie.

Nous avons vu au chapitre 2 que les entreprises industrielles se développaient ou se régénéraient en proposant de nouvelles fonctionnalités ou en imaginant de nouveaux procédés pour produire et distribuer, parfois grâce au développement ou à l'intégration de technologies. L'apparition (constatée ou stimulée) de nouveaux usages crée une occasion de rebattre les cartes du jeu concurrentiel et de reprendre des positions favorables.

Sans aucune prétention à l'exhaustivité, ce chapitre analyse quelques opportunités liées à certains grands besoins et à leur évolution (se nourrir, se loger, se maintenir en bonne santé…) ou à l'apparition de nouvelles possibilités technologiques. Il discute en conclusion de la nécessité de rassembler des compétences parfois très dispersées, et du rôle de l'État pour permettre aux industriels de saisir certaines opportunités.

## La méthode d'analyse

L'Académie a demandé à certains de ses membres d'analyser des domaines techniques qu'ils connaissaient bien[117] en indiquant les raisons et la nature d'un éventuel déficit français de compétitivité, les nouveaux usages qui peuvent permettre à l'industrie de se redéployer, les technologies à développer ou mettre en œuvre pour cela et les éléments de différenciation sur lesquels construire un avantage défendable dans la durée, les acteurs concernés, les actions déjà lancées ou à engager.

### ILLUSTRATION DE LA MÉTHODE DE DESCRIPTION : LES TEXTILES TECHNIQUES[1]

Historiquement liée au secteur de l'habillement, à des marchés de forts volumes et de compétition par les prix, l'industrie textile se redéploie à partir

[1] Voir la fiche complète « textiles techniques » en annexe B5.

[117] Selon les cas, cette analyse a pris la forme de contributions écrites ou d'ateliers durant le séminaire du 9 octobre.

d'innovations portant sur les matériaux utilisés (ex : fibres de carbone), les procédés de fabrication (tricotage 3D, non tissés, greffage de molécules sur la surface d'une étoffe, matériaux composites…), les produits eux-mêmes (vêtements communicants, implants chirurgicaux à base de textiles…). Ces innovations rendent envisageables de nombreux **nouveaux usages**. Outre les débouchés classiques renouvelés de l'ameublement, de la décoration ou de l'habillement (avec, par exemple, des vêtements produisant, stockant et rediffusant de l'énergie), on peut imaginer de **nouveaux domaines d'utilisation**.

**BÂTIMENT :**

- indépendance énergétique (isolation à base de textile recyclé, stores photovoltaïques, toiles réagissant à la température extérieure…) ;
- modularité des espaces (cloisons textiles isolantes et anti-bruit) ;
- 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 abris…).

**TRANSPORTS :**

- voiture conjuguant légèreté (donc faible consommation) et résistance aux chocs (structures en composites fibres de carbone ou kevlar développés dans l'aéronautique, réservoirs souples…) ;
- sécurité (airbags 2 roues, sièges détectant l'endormissement ou/l'activité cardiaque du conducteur…) ;
- intérieur des véhicules (textiles à changement de couleur, auto-nettoyants…) permettant la personnalisation ou le partage ;
- voiture électrique : toit intégrant des textiles photovoltaïques ;
- dirigeables pour le fret, dirigeables stratosphériques (relais satellites).

**SANTÉ :**

- développement de la médecine préventive et de l'autodiagnostic (vêtements et pansements intégrant des capteurs…) ;

- texticaments (microencapsulation de substances dans les textiles) ;
- vieillissement de la population et maintien des personnes âgées à domicile : lits/matelas/fauteuils adaptés à chaque handicap, exosquelettes, sols détectant les chutes ;
- implants biocompatibles, résorbables), peau et organes artificiels.

Pour faciliter l'exploration de ces nouveaux usages et le développement des techniques nécessaires, la profession a mis en place des pôles de compétitivité (UpTex, Techtera, Fibres Grand Est), un centre européen des textiles innovants, enrichi le programme des écoles d'ingénieurs (ENSAIT à Roubaix), organisé des salons (CITEX Europe à Troyes) … L'État peut jouer un rôle pour appuyer les initiatives les plus prometteuses et encourager des collaborations entre des projets régionaux concurrents.

Cet exemple montre que les occasions de redéploiement de l'industrie fondées sur de nouveaux usages et de nouvelles technologies ne concernent pas que les secteurs réputés de haute technologie. Des entreprises de secteurs traditionnels, voire en déclin, peuvent trouver des occasions de monter en gamme et de se réinventer.

## Réponse aux défis sociétaux et transformation de certaines activités

Les dossiers thématiques figurant en annexes B1 à B5 de ce rapport développent quelques opportunités. Dans des domaines divers, celles-ci s'appuient sur la capacité d'ingénierie des systèmes complexes et d'intégration, bien développée en France. Ceci expliquerait d'ailleurs nos succès dans les secteurs du nucléaire, de l'aéronautique, des transports, de l'armement, des logiciels embarqués ou des outils de modélisation et de simulation. L'aperçu que nous donnons ici a pour fonction d'illustrer la diversité des opportunités.

## Le bâtiment[118]

Il faudra construire au moins 9 millions de logements dans les vingt années à venir (environ 7 millions au titre de renouvellement du parc ancien, sur la base d'une durée de vie d'une centaine d'années, et 2,5 millions au titre de l'augmentation envisagée de la population – 5 millions de Français de plus environ). La forte croissance du marché permet d'introduire une industrialisation de la construction sans risque pour l'emploi, de réduire les coûts (de 30 à 50 % pour le neuf), d'améliorer la qualité des logements et les conditions de travail des ouvriers du bâtiment. Une maquette numérique permettra au concepteur de spécifier des composants et sous-ensembles, fabriqués en usine et assemblés rapidement sur le site de construction. Cela permettra de construire des bâtiments de plus en plus « intelligents », avec une gestion intégrée du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité, de la maintenance, en s'appuyant sur de nombreux objets connectés. Dans des éco-quartiers, la gestion énergétique pourra se faire au niveau de *micro grids*[119] de quartier, eux-mêmes connectés à un *smart grid* plus vaste. Ces réseaux et l'exploitation des données massives qu'ils collectent permettront de développer des capacités de planification adaptative multi-échelle.

Cette évolution va induire des changements considérables pour les différents corps de métiers du bâtiment. Ils devront travailler autour d'un logiciel qui garantira la cohérence de tous les prestataires et la qualification du produit, comme dans les filières aéronautique ou automobile. Toutefois, les dimensions de personnalisation seront beaucoup plus nombreuses que dans l'automobile et, au lieu d'avoir un constructeur intégré, il faudra coordonner des intervenants très dispersés lors des phases de conception, de construction et d'exploitation. Il faudra également tenir compte des caractéristiques de l'environnement (sous-sol, réseaux de proximité, voisinage, urbanisme…).

Les industriels français semblent bien placés pour maîtriser les trois technologies clés (plate-forme logicielle 3D, fabrication en usine de composants, composants domotiques faciles à remplacer périodiquement). Un important travail de

[118] Ce paragraphe est un résumé succinct de l'annexe B3.

[119] Réseaux informatiques permettant d'optimiser la production et la consommation d'énergie des différents équipements qui y sont reliés.

formation de toute la profession (artisans, architectes…), de normalisation et de mise à jour des réglementations est nécessaire.

## Les industries agroalimentaires[120]

La filière alimentaire compte 820 000 salariés (1 270 000 en comptant la grande distribution alimentaire) répartis sur l'ensemble des territoires urbains et ruraux. Les industries alimentaires sont par nature pluri-technologiques : génie des procédés, biotechnologies, nanotechnologies, nutrition, toxicologie… Les aliments remplissent des fonctions biologiques (nous nourrir), culturelles (nous faire plaisir, nous réunir), sociétales (se nourrir sans porter atteinte à l'environnement et sans priver les autres peuples de nourritures). L'industrie doit donc garantir une alimentation sûre, saine, apportant plaisir et convivialité, facile à acheter, à conserver et à préparer, à l'impact environnemental contrôlé.

Aujourd'hui, les industries alimentaires françaises se trouvent prises 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 ni comment ils sont fabriqués. Le contenu de nos assiettes ne changera qu'à la marge, mais les modes de production des aliments, de la semence à la cuisine, sont en constante évolution, tandis que les industriels veulent faire croire à certains consommateurs qu'ils fabriquent nos aliments « comme autrefois » et vantent le caractère « naturel » de leur production.

Les connaissances nouvelles sur les interactions entre la nature et l'expression de notre génome et notre alimentation, ainsi que sur le rôle des microorganismes de notre intestin (le *microbiote*), vont permettre la conception d'aliments à effets physiologiques spécifiques, des « aliments-santé ».

La France peut s'appuyer sur son image dans le monde en termes de qualité de son alimentation et sur la solidité du contrôle de la qualité sanitaire des aliments pour être en pointe sur les innovations du secteur.

[120] Ce paragraphe est un résumé succinct de l'annexe B2.

## La santé

Enjeu majeur, compte tenu du poids croissant des dépenses de santé et des besoins insatiables de meilleurs soins, le domaine de la santé recouvre de nombreuses opportunités :

- le domaine thérapeutique : les nouveaux médicaments (la fabrication de nouvelles matières actives et leur formulation), les vaccins, la thérapie génique, la thérapie cellulaire ;
- le diagnostic : le développement de méthodes non-invasives ;
- les dispositifs médicaux : les composants, les capteurs, le monitoring des personnes, les implants, les organes artificiels, les algorithmes pour la gestion des alarmes médicales, l'interface de communication avec le patient ;
- les équipements : depuis la vente de la Compagnie générale de radiologie (CGR) à General Electric, la France n'a plus de leader des équipements médicaux et ne peut reprendre pied qu'à l'occasion d'une rupture technologique (par exemple l'imagerie hypersonique) ou dans les domaines de la robotique d'assistance et de la bionique ;
- les systèmes : de nombreux besoins existent dans la gestion des hôpitaux, isolés ou inscrits dans un réseau territorial (programmation dynamique des interventions, allocation de lits), de la télémédecine et de la domomédecine. Des progrès sont perceptibles dans la télé-rééducation à domicile des troubles moteurs-cérébraux et des troubles post-AVC ;
- les données : la numérisation des données du patient (historique médical, examens biologiques, radiologiques, voire génétiques) et l'exploitation massive et confidentielle de ces données permettraient, au niveau individuel, une grande amélioration de la pertinence des soins, une prévention et des traitements personnalisés. Elles permettraient également, au niveau collectif, d'immenses progrès dans la connaissance de l'efficacité du service rendu par les protocoles de soin, la détermination de bonnes pratiques adaptées aux caractéristiques du patient, la pharmacovigilance, l'identification d'interactions factorielles complexes, au service d'une meilleure politique de santé publique. La sécurité de ces bases de données doit être impérativement assurée.

# Les technologies diffusantes transformant les autres activités

## Les technologies de l'information et de la communication (TIC)

Au contraire des exemples précédents qui concernent un grand besoin des consommateurs (se loger, se nourrir, se soigner…), les TIC irriguent l'ensemble des secteurs et jouent souvent un rôle clé pour intégrer entre eux des services élaborés, liant des capteurs et effecteurs dispersés à de grands centres de stockage et de traitement de données. Leur développement et celui de leurs applications reposent sur quelques grands domaines technologiques comme :

- l'électronique et le logiciel embarqué permettant de mettre au point des objets connectés sophistiqués (domaine d'excellence de la France) ;
- l'absorption et l'exploitation de données massives ;
- la sécurité des transactions numériques ;
- la robotique et la cobotique (robots collaborant entre eux et avec les humains) ;
- la simulation numérique et les supercalculateurs.

Nous allons à titre d'exemple développer le second domaine, moins connu.

## L'exploitation des données massives

On a vu comment la science des données *(big data)* irrigue des domaines comme la santé, l'énergie et le bâtiment. Elles peuvent également permettre de grands gains d'efficacité dans l'éducation ou l'optimisation et le suivi de la production en petites séries. Selon McKinsey[121], ce domaine présente un potentiel de 60 milliards d'euros au niveau européen.

La France peut s'appuyer d'une part sur le niveau de sa formation et de ses compétences en mathématiques et en algorithmique et d'autre part sur le fait que l'État dispose de données massives et centralisées, notamment dans le domaine de la santé. Ces données doivent être vues comme un capital : la valeur des entreprises telles que Google ou Facebook repose plus sur leurs données que sur leur capital technologique. L'exploitation de ces données permet d'améliorer le service rendu

[121] McKinsey Global Institute, *Disruptive technologies : Advances that will transform life, business and the global economy,* 2013.

par l'État et l'attractivité des services proposés par les acteurs privés qui y ont accès.

Pour concrétiser ces atouts en réalisations technologiques, l'initiative de l'État est nécessaire : les frontières disciplinaires courantes coupent en trois (maths et statistiques, apprentissage, traitement de signal) le domaine, ce qui handicape son développement au sein de l'appareil public de recherche.

## Quelques autres opportunités et niches

### Les petits réacteurs nucléaires modulaires (SMR)

Des petits réacteurs nucléaires (de puissance comprise entre 150 et 200 MWe) permettent de construire des systèmes de production d'énergie décarbonée sûrs et bien adaptés à des zones isolées (îles, plates-formes off-shore…) ou à des pays en développement. 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). Les modules peuvent être fabriqués en grande partie en usine, les emplois sont donc dans le pays qui maîtrise la technologie et non dans le pays d'installation comme pour les grands réacteurs.

Le marché est estimé à 200 modules de 160 MWe, d'un coût unitaire d'environ 700 M€, dans la décennie 2020. La France peut espérer capter 25 % de ce marché en s'appuyant sur sa maîtrise des technologies nucléaires et navales, malgré la concurrence probable des États-Unis, de la Corée et de la Russie.

### Les industries créatives[122]

La compétitivité des industries dites créatives[123] repose sur la valorisation d'attributs immatériels d'imaginaire, de sensorialité et d'image. Leur capital de marque,

[122] Ce paragraphe résume une contribution de Pascal Morand (disponible sur le site de l'Académie).

[123] Celles-ci recouvrent notamment la mode, le design, les parfums et cosmétiques, l'alimentaire, la communication et la publicité digitale, les jeux vidéo, le cinéma, les séries télévisées, la musique, la littérature, l'art contemporain.

qui bénéficie de la notoriété de groupes-fleurons et renforce l'attractivité des pays concernés, suppose de se situer à la frontière créative, comme l'industrie de haute technologie peut l'être à la frontière technologique. La France peut s'appuyer sur la valorisation de sa « culture morte » (son patrimoine historique architectural, culturel et symbolique), mais aussi sur ses positions dans les domaines de la mode, du design, du luxe ou de secteurs comme le jeu.

Le « florilège » qui précède est destiné à illustrer la diversité des opportunités. Notre intention n'est pas de désigner des priorités, mais de tirer parti des témoignages recueillis dans le cadre des discussions auxquelles la préparation de ce rapport a donné lieu. On trouvera en annexe des analyses plus développées des secteurs illustrés ci-dessus. On trouvera également dans d'autres publications de l'Académie des analyses d'autres secteurs comme la métallurgie, la mécanique ou les matériaux.

Ces réflexions peuvent contribuer à orienter l'action des pouvoirs publics, qui sont de plus en plus convaincus de la nécessité d'appuyer l'action des industriels.

## Le retour en grâce d'un certain volontarisme industriel

On a vu au chapitre 3 qu'il était essentiel pour une entreprise de pouvoir s'appuyer sur les ressources de son territoire et de s'intégrer dans des réseaux de coopération. Les pouvoirs publics peuvent contribuer à l'émergence de tels réseaux. Ils peuvent aussi faciliter la coopération entre des acteurs capables de répondre à des grands défis comme la transition énergétique ou le vieillissement.

Après une période de jachère de la politique industrielle, liée à la domination d'un discours libéral mettant en doute la légitimité de l'État à faire mieux que le marché, ou limitant les prérogatives de celui-ci à la maintenance d'un système de formation et de recherche publique, l'État a mené depuis une dizaine d'années une politique plus ambitieuse :

- création en 2005 des pôles de compétitivité ;
- création en 2010 du programme des investissements d'avenir (doté de 35 milliards d'euros en 2010 et abondé de 12 milliards nouveaux en 2013) ;

- pacte pour la compétitivité, la croissance et l'emploi de novembre 2012 proposant, en réponse au rapport de Louis Gallois, de nombreuses mesures pour accompagner la montée en gamme de l'industrie en stimulant l'innovation, l'exportation, la formation, la modernisation de l'outil industriel, le financement de proximité, ainsi qu'en simplifiant et en stabilisant l'environnement réglementaire et fiscal et en allégeant le coût du travail grâce au CICE ;
- mesures sectorielles, à court terme dans le cadre des Comités stratégiques de filières du Conseil national de l'industrie, à moyen terme à travers les 34 plans industriels du ministère du redressement productif de septembre 2013, à long terme grâce aux sept ambitions de la commission présidée par Anne Lauvergeon ;
- mesures présentées par le Premier ministre et Fleur Pellerin le 30 octobre 2013 pour stimuler la culture de l'innovation, soutenir les écosystèmes innovants et refonder la politique publique en faveur de l'innovation, préparées par le rapport Beylat-Tambourin et soutien du ministère de la recherche aux technologies diffusantes clés (KETs) [124].

Ces différentes mesures, complémentaires, ont été annoncées par divers ministères qui n'ont pas insisté sur leur cohérence, au risque de laisser un sentiment de confusion, de faible lisibilité et de manque de priorités.

## Quels critères de choix ?

Sur quelles technologies parier ? Les analyses conduites lors de la sélection des 34 plans industriels ou des 7 ambitions considéraient le potentiel économique d'un domaine (en termes de création de richesses et d'emplois), les atouts français pour le faire fructifier et la capacité française à consolider un avantage durable pour « ancrer » la production dans le territoire.

[124] Nous ne discutons pas de la stratégie nationale de recherche, qui au contraire de l'exercice précédent, ne prend pas en compte explicitement l'innovation et à l'élaboration de laquelle les industriels ne sont pas directement associés.

Si ces actions volontaristes constituent un moyen de se positionner sur des industries émergentes, il ne faut pas négliger l'aide à des industries établies, souvent beaucoup plus riches en emplois, fortes de savoir-faire laborieusement accumulés pendant des décennies et qu'un recul de nos capacités industrielles met en péril. Les réflexions mentionnées au début de ce chapitre montrent l'impressionnant potentiel de renouvellement d'industrie réputées traditionnelles comme le textile ou la construction. Certes, ce renouvellement s'appuie souvent sur l'introduction de nouvelles technologies, notamment de l'information et de la communication, pour transformer en profondeur certains domaines, produits et services afin de répondre aux défis économiques ou sociétaux.

Gardons enfin à l'esprit que si la politique des filières permet de faire émerger quelques projets structurants pour une filière donnée, elle peut négliger les technologies aux enjeux transversaux. Or on a vu, par exemple, que les textiles techniques (et bien sur les TIC) ont des applications pour l'automobile, le bâtiment, l'agriculture et la santé. La logistique est aussi « transversale » et importante pour la plupart des secteurs industriels.

Les pouvoirs publics doivent donc combiner différentes approches, tant pour créer des conditions générales favorables au développement de l'industrie, grâce aux infrastructures d'éducation, de formation, de recherche, de transport, de distribution d'énergie et d'information, que pour encourager certains secteurs en fonction de leur potentiel propre et de leur apport au reste de l'économie. Surtout, l'État et les régions, investisseurs et aménageurs patients, peuvent favoriser de bonnes relations entre les acteurs de leurs territoires, une meilleure connaissance réciproque, base de la confiance nécessaire à la construction collective d'écosystèmes compétitifs.

# CONCLUSION

Après trois décennies d'indifférence, l'industrie redevient un enjeu de société reconnu. Le rapport de Louis Gallois, remis au Gouvernement en novembre 2012, a rappelé les mesures nécessaires pour restaurer sa compétitivité. Celui de la Commission innovation 2030 présidée par Anne Lauvergeon, remis en octobre 2013, a tenté d'identifier sept secteurs et technologies sur lesquels miser à long terme, tandis qu'Arnaud Montebourg, ministre du redressement productif, lançait 34 plans industriels. Enfin, le Président de la République a affirmé la nécessité de mener une politique d'offre.

Dans cette effervescence, quelques-unes des recommandations énoncées dans ce rapport font déjà l'objet d'un début de mise en œuvre. D'autres apparaîtront comme des redites, mais nous avons préféré la pertinence à l'originalité. Toutes nos propositions « font système » et se renforcent mutuellement. Nous nous garderons cependant de dire, comme d'autres auteurs de rapport, qu'il faut tout faire ou renoncer. Chacun peut agir dès maintenant à son niveau, dans son entreprise, sa classe d'école, son laboratoire ou son service de l'Administration, nationale ou territoriale, pour contribuer au développement de l'industrie, directement ou en créant un climat favorable et en renforçant la conscience des enjeux.

Les propositions de cette première contribution sur les moyens de favoriser la renaissance de l'industrie en France doivent être discutées et approfondies avec toutes les parties prenantes.

L'Académie est prête à poursuivre ses réflexions, avec les compétences diverses de ses membres, à susciter la discussion et à y participer. Elle peut notamment affiner les analyses des opportunités liées aux technologies et aux nouveaux usages, réfléchir à la place des technologies dans l'enseignement, aux moyens de développer une recherche publique dont les résultats soient accessibles aux entreprises de toute taille et de stimuler la recherche privée, à tout ce qui peut promouvoir un progrès raisonné, choisi et partagé des connaissances.

La France a besoin d'une industrie créatrice de richesse pour toutes ses parties prenantes, respectueuse de ses salariés, sobre en ressources, attentive à tous ses impacts, soucieuse de la qualité et de la sécurité de ses procédés et de ses produits, moteur du développement durable des territoires sur lesquels elle est implantée.

# GLOSSAIRE

## APPRENTISSAGE

Acquisition d'un savoir-faire (c'est-à-dire de pratiques, de connaissances ou de valeurs culturelles) par l'observation, l'imitation et l'essai. Il se distingue, tout en le complétant, de l'enseignement, dont le but est surtout l'acquisition de savoirs ou de connaissances au moyen d'études, d'exercices et de contrôles des connaissances. En pratique, l'apprentissage constitue une des voies de formation professionnelle à tous les niveaux.

## BALANCE COMMERCIALE

Différence entre la valeur monétaire des exportations et celle des importations de biens ou de biens et services (cela dépend des pays : en France, la balance commerciale ne couvre que les biens, les services étant pris en compte dans la « balance des biens et des services »). Une balance commerciale positive ou excédentaire signifie que le pays exporte plus de biens et services qu'il n'en importe.

## CHAÎNE DE VALEUR

Dans la littérature économique, une chaîne de valeur ou une filière peut être définie comme un ensemble de produits (biens ou services) et de producteurs concourant à la desserte d'un marché (par exemple, l'automobile et tous ses sous-traitants, l'aéronautique…).

## COMPÉTITIVITÉ

Aptitude d'une entreprise, d'un secteur ou d'une économie nationale à faire face à la concurrence extérieure. Les parts de marché et leur évolution relative dans le temps représentent un bon indicateur de la compétitivité. On distingue habituellement la compétitivité prix, qui repose sur la diminution du prix de vente par rapport à la concurrence et dépend donc des coûts du travail et du capital dans une économie donnée, et la compétitivité hors-prix qui repose sur la capacité d'innovation, l'amélioration de la productivité et de la qualité, permettant une « montée en gamme » et donc une hausse du prix de vente.

## DÉSINDUSTRIALISATION

La désindustrialisation est la disparition progressive des activités industrielles d'un pays, d'une région, d'une ville. Le phénomène de désindustrialisation, qui touche la France comme l'ensemble des économies développées, peut être caractérisé par trois transformations concomitantes : un recul de l'emploi industriel, un recul de la contribution de ce secteur au PIB et une forte croissance du secteur des services marchands.

## ENTREPRISE DE TAILLE INTERMÉDIAIRE (ETI)

Appartiennent à une catégorie d'entreprise située entre celle des petites et moyennes entreprises (PME) et celle des grandes entreprises (GE). Elles occupent moins de 5000 salariés et ont un chiffre d'affaires annuels qui n'excèdent pas 1,5 milliard d'euros ou un total du bilan n'excédant pas 2 milliards d'euros.

## FILIÈRE

Ensemble des activités complémentaires qui concourent, d'amont en aval, à la réalisation d'un produit fini. On parle ainsi de filière électronique (du silicium à l'ordinateur en passant par les composants) ou de filière automobile (de l'acier au véhicule en passant par les équipements). La filière intègre en général plusieurs branches.

## FORMATION EN ALTERNANCE

La formation en alternance repose sur l'alternance des enseignements et des apprentissages généraux, professionnels ou technologiques, dans des lieux de formation (Éducation nationale ou organismes privés), avec une activité dans un milieu professionnel en relation avec la formation reçue.

## MODÈLE *LEAN*

Le modèle *lean* a pour objectif de satisfaire des besoins des clients 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 et ceci de manière durable. (Roland Vardanega)

## MONDIALISATION

Ce terme désigne à l'origine un phénomène économique et financier d'accroissement des mouvements de biens, de services, de main-d'œuvre, de technologie et de capital à l'échelle internationale.

## SOCIÉTÉ POST-INDUSTRIELLE

Apparue à la fin des années 1950, l'expression désigne une période historique nouvelle qui succède à la société industrielle et qui se caractérise par un déplacement de l'activité économique des biens vers les services.

## TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION (TIC)

Ce terme regroupe les techniques utilisées dans le traitement et la transmission des informations, principalement de l'informatique, de l'Internet et des télécommunications.

## TEXTILES TECHNIQUES

Ce terme désigne les textiles hautes performances aux propriétés spécifiques adaptées à des usage bien définis. L'habillement, au sens traditionnel du terme, ne fait pas partie des textiles techniques sauf s'il possède des propriétés particulières (protection, image, bien-être, sports & loisirs).

## TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Passage d'un type d'économie basée sur des énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon…), non renouvelables et émettrices de gaz à effet de serre (GES), vers un nouveau mix énergétique basé sur plus d'énergies renouvelables, propres et sûres, et sur une meilleure efficacité énergétique.

# LISTE DES ANNEXES

- A1 : Pour des écosystèmes dynamiques d'innovation et de compétitivité : quelques conjectures tirées d'analyses de cas (A. Bravo, G. Séné & al.)
- A2 : Un exemple d'écosystème formation/industrie : le Plasti-Campus d'Oyonnax (M. Matlosz)
- A3 : Développer la recherche technologique, une impérieuse exigence pour notre pays (G. Roucairol)
- A4 : Le financement des entreprises et de la technologie (C. de Boissieu, B. Daugeras)
- A5 : S'appuyer sur de nouveaux usages pour rattraper nos retards (A. Bugat, P. Morand, E. Spitz)
- B1 : L'apport des technologies numériques (G. Roucairol)
- B2 : Les industries alimentaires (P. Feillet)
- B3 : Le bâtiment (Y. Farge et B. Decomps)
- B4 : Les textiles techniques (P. Morand)
- B5 : Les petits réacteurs nucléaires modulaires (A. Bugat)
- C1 : L'excellence opérationnelle, le management lean (R. Vardanega)
- C2 : L'usine du futur (G. Séné)

Ces annexes sont disponibles sur le site public de l'Académie :
http://www.academie-technologies.fr/

# BIBLIOGRAPHIE

## Publications et communications de l'Académie des technologies

### AVIS DE L'ACADÉMIE DES TECHNOLOGIES


1. *L'introduction de la technologie au lycée dans les filières de l'enseignement général*, décembre 2012, http://www.academie-technologies.fr/blog/categories/avis-et-recommandations/posts/avis-sur-l-introduction-de-la-technologie-au-lycee-dans-les-filieres-de-l-enseignement-general
2. *Les bons usages du principe de précaution*, http://www.academie-technologies.fr/blog/categories/avis-et-recommandations/posts/avis-sur-les-bons-usages-du-principe-de-precaution
3. *L'évaluation de la recherche technologique publique*, juin 2013, http://www.academie-technologies.fr/blog/categories/avis-et-recommandations/posts/l-evaluation-de-la-recherche-technologique-publique-avis-de-l-academie-des-technologies-fevrier-2013


### RAPPORTS DE L'ACADÉMIE DES TECHNOLOGIES


4. *L'enseignement professionnel*, octobre 2010.
5. *PME : le moment d'agir, pour un Small Business Act français*, à paraître

6. *Le transport de marchandises*, Jean-Claude Raoul, 2009, http://www.academie-technologies.fr/blog/categories/rapports/posts/le-transport-des-marchandises-par-la-commission-mobilite-et-transports

### COMMUNICATIONS À L'ACADÉMIE DES TECHNOLOGIES

7. *La technologie, école d'intelligence innovante*, B. Decomps, A. Hatchuel et G. Roucairol
8. *Les Usages du principe de précaution*, Yves Farge, mai 2011, Paris-éditions-le-manuscrit-2011
9. *Le soft power*, Pascal Morand, https://www.youtube.com/watch?v=VTwU6fj98zk

## Autres

10. P. Artus et L. Fontagné, *Évolution récente du commerce extérieur*, CAE, octobre 2006, http://www.cae-eco.fr/Evolution-recente-du-commerce-exterieur-francais.html
11. Rapport de la commission « libérer la croissance » présidée par Jacques Attali, janvier 2008, http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/084000041/index.shtml
12. J.-L. Beffa, *La France doit choisir*, Seuil, Paris, 2012
13. Rapport Berger-Lefebvre sur l'épargne financière, avril 2013, http://proxy-pubminefi.diffusion.finances.gouv.fr/pub/document/18/14663.pdf
14. Suzanne Berger, *Making in America: From Innovation to Market*, MIT Press, août 2013
15. Jean-Luc Beylat et Pierre Tambourin, *L'innovation, un atout majeur pour la France*, avril 2013. http://www.redressement-productif.gouv.fr/files/rapport_beylat-tambourin.pdf
16. Thibaut Bidet-Mayer et Louisa Toubal, *À quoi servent les filières ?* Presses des mines, 2013
17. Mathieu Bordigoni, *L'impact du coût de l'énergie sur la compétitivité de l'industrie manufacturière*, working paper du CERNA, http://www.cerna.ensmp.fr/

18. O. Costa et A.S. Behm, *Les députés connaissent-ils l'entreprise ?* En temps réel, décembre 2013, http://entempsreel.com/les-deputes-connaissent-ils-lentreprise-2/
19. Olivier Coste, http://www.la-fabrique.fr/app/webroot/uploads/tiny/Laissez_moi_embaucher. pdf
20. Michel Dahan, *Une guerre économique d'une violence inédite*, Annales de l'École de Paris du management, 2014
21. DGCIS : « le 4 pages de la DGCIS » (direction générale de la compétitivité, de l'industrie et des services), Juillet 2012. http://www.dgcis.gouv.fr/etudes-et-statistiques/bien-queleve-dans-chaque-secteur-leffort-r-d-des-entreprises-francaises-patit
22. Michel Didier et Gilles Koléda, *Compétitivité France Allemagne*, Le grand écart Economica, Paris, 2011
23. Louis Gallois, Pacte pour la compétitivité de l'industrie française, novembre 2012, http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/124000591/0000.pdf
24. P.-N. Giraud et T. Weil, *L'industrie française décroche-t-elle ?* La documentation française, 2013
25. IPEMED, *Pour une stratégie euro-méditerranéenne de colocalisation*, document de travail, décembre 2012, http://www.ipemed.coop/adminlpemed/media/fich_article/1355244510_Ipemed_NOTE_colocalisation_30112012_DocTravail.pdf
26. W. Chan Kim, Renée Mauborgne, Stratégie océan bleu, Pearson, Paris, 2010 (original : Harvard Business School Press, Cambridge, 2005)
27. S. Fernez-Walch et F. Romon, *Management de l'innovation*, Vuibert, Paris, septembre 2013
28. D.Fixari, J.C. Moisdon et F. Pallez, *L'évaluation des chercheurs en questions 1992-2009*, Presses des Mines, 2009
29. Daniel Kaplan, *Faire vraiment coopérer chercheurs et industriels*, Annales de l'École de Paris du management, 1998
30. Dorothée Kohler et Jean-Daniel Weisz, *Pour un nouveau regard sur le Mittelstand*, La Documentation française, 2012
31. K.L. Kraemer, G. Linden et J. Dedrick, *Capturing value in global networks: Apple's iPad and iPhone*, U. of California at Irvine, 2011, http://pcic.merage.uci.edu/papers/2011/Value_iPad_iPhone.pdf

32. Eric Labaye *et al.*, *French employment 2020: five priorities for action*, McKinsey Global Institute, mars 2012
33. P. Le Masson, B. Weil et A. Hatchuel, *Les processus d'innovation, conception innovante et croissance des entreprises*, Hermès-Lavoisier, Paris, 2006
34. McKinsey Global Institute, *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business and the global economy*, 2013
35. Benoît Mulkay et Jacques Mairesse, *Évaluation de l'impact du crédit d'impôt recherche*, janvier 2012, http://media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Rapports/94/8/evaluation-impact-cir-mulkay-mairesse_203948.pdf
36. Veneta Nikolova Ramirez, *La notion d'opportunité technologique : analyse théorique et empirique*, Doctorat, Université Paris-Dauphine, 2009
37. T. Peters et R. Waterman, *Le prix de l'excellence*, Dunod, 2004
38. Jim Porras, *Built to last*, Harper Collins Books, 2002
39. Walter W. Powell, *Neither Market nor Hierarchy: Network Forms of Organization.* Research on Organizational Behavior, 1990
40. Claudia Senik, T*he French Unhappiness Puzzle: the cultural dimension of happiness*, CEPREMAP Working Papers (Docweb) 1113, CEPREMAP, http://www.cepremap.fr/depot/docweb/docweb1113.pdf
41. Louisa Toubal, *Le co-développement avec l'Afrique en huit questions*, La Fabrique de l'industrie, novembre 2013
42. T. Weil, Des histoires de la Silicon Valley, *Entreprises et Histoire*, n°58, p.129-149, 2010
43. T. Weil, *Le management de l'innovation en réseau, une technologie au service des entreprises et des territoires*, 2012, téléchargeable sur http://www.cerna.ensmp.fr/index.php/fr/
44. Gérard Worms, *Recommandations pour favoriser le développement des entreprises innovantes*, Futuris, 2005, http://spire.sciences-po.fr/hdl:/2441/7o52i-ohb7k6srk09mitbo4d9n/resources/cae-note006.pdf

# PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE

Les travaux de l'Académie des technologies sont l'objet de publications réparties en quatre collections[1] :

- 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. *Freight systems (version anglaise du rapport 10 le transport de marchandises) – novembre 2012
16. *Energy vectors – novembre 2012 (vesion 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

## COMMUNICATIONS DE L'ACADÉMIE

1. *Prospective sur l'énergie au XXIe 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 $CO_2$ – mars 2005
   - Les filières nucléaires aujourd'hui et demain – mars 2005
   - Énergie hydraulique et énergie éolienne – novembre 2005
   - La séquestration du $CO_2$ – 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 XXIe 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. Profiter des ruptures technologiques pour gagner en compétitivité et en capacité d'innovation – juin 2012 (à paraître)
20. Les produits chimiques au quotidien – septembre 2012
21. Profiter des ruptures technologiques pour gagner en compétitivité et en capacité d'innovation – novembre 2012 (à paraître)
22. Dynamiser l'innovation par la recherche et la technologie – novembre 2012
23. La technologie, école d'intelligence innovante. Pour une introduction au lycée dans les filières de l'enseignement général – octobre 2012 (à paraître)

## 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 XXIe 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