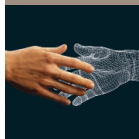
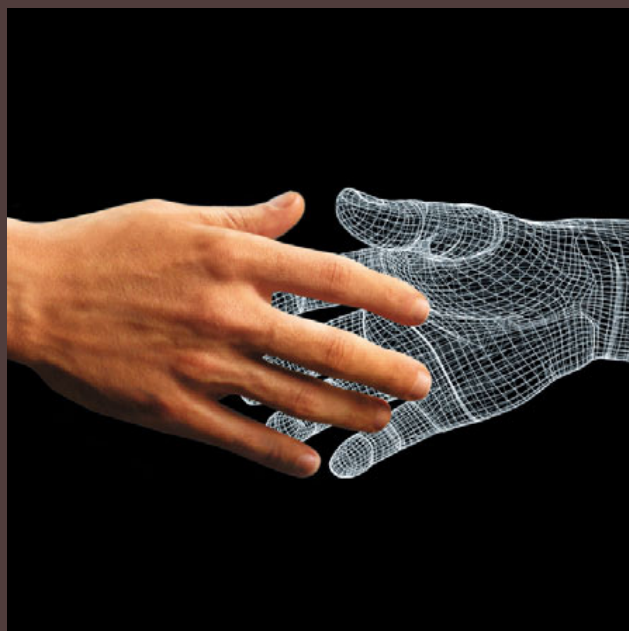


ACADÉMIE DES TECHNOLOGIES

# Libérer Prométhée

Des technologies pour l'Homme



ACADÉMIE  
DES TECHNOLOGIES

POUR UN PROGRÈS RAISONNÉ, CHOISI ET PARTAGÉ

Le Manuscrit



# Sommaire

*Préface* III

*La vie humaine « homo patiens »* 5

Technologie et relation médecin-malade 7

L'Académie des technologies, de la réflexion à l'action :  
le projet « Domomédecine » 33

Les technologies de l'imagerie médicale par  
résonance magnétique 41

*L'homme dans son environnement* 51

Nourrir l'humanité demain nécessitera des technolo-  
gies nouvelles 53

Technologies et renaissance du nucléaire 63

La croissance démographique mondiale  
et les technologies de l'eau 77

La mobilité multimodale intelligente – 2MI – 87

Chauffage des bâtiments et  
récupération de la chaleur 97

Les moteurs d'avions civils du futur 111

Quelles villes pour demain dans le monde ? 123

<i>L'innovation dans son contexte</i>	<i>129</i>
Finance et technologies	131
Maître ou serviteur : la finance et l'économie productive	143
Les enjeux des compétences dans le nouvel ordre économique	155
La convergence des télécoms et des media	
Enjeux et Stratégies	171
Exploration et technologie	185
Vers une Europe de l'innovation ?	193
L'avenir technologique de l'Europe	203
<i>Prospective et éthique</i>	<i>207</i>
Les bons usages du principe de précaution (PP)	209
Nanoéthique : défis et opportunités	219
Stratégies énergétiques, égoïsmes nationaux et solidarité planétaire	225
Penser le long terme 2050 : réconcilier industrie, formation, environnement	237
Prospective et technologie : virages et mirages !	245
Universcience Jeunes, nouvelles technologies, nouveaux apprentissages	255
Remerciements	263

# Prospective et technologie : virages et mirages !

Michel Godet <sup>1</sup>

## 1° L'avenir à construire ou à détruire ?

L'avenir est une page presque blanche qui reste à écrire. L'avenir est ouvert et toute forme de prédiction est une imposture. C'est à chacun de prendre son avenir en main, c'est-à-dire de conspirer pour un futur désiré. Pour Sénèque, « il n'y a pas de vent favorable pour celui qui ne sait où il va ». L'attitude prospective ne consiste pas à attendre le changement pour réagir ; elle vise à maîtriser le changement attendu (préactivité) et à provoquer un changement souhaité (proactivité). Naturellement, dans un contexte de crise, la réactivité l'emporte sur le reste et dans un contexte de croissance normale, il faut anticiper les changements et les provoquer, notamment par l'innovation. L'innovation est une forme de proactivité et, de son côté, le développement durable impose une anticipation responsable vis-à-vis des générations futures. C'est dire que prospective, innovation et développement durables sont des concepts cousins.

---

1 Professeur de prospective stratégique au Cnam  
Membre du Conseil d'analyse économique.

### **La surestimation des changements techniques et des risques de rupture**

Ce qui est technologiquement possible n'est pas nécessairement économiquement rentable. On a pourtant tendance à surestimer la rapidité des changements, notamment techniques, et à considérer que l'on vit une période de mutations sans précédent, après laquelle rien d'aussi important ne se produira. Dans la foulée, certains vont même jusqu'à dire que l'on serait rentré dans l'ère d'un monde fini et que ce serait la fin de l'histoire ! Ce biais est naturel. Chaque génération considère que son époque est exceptionnelle. Forcément, puisque c'est la seule qu'elle vivra !

Cessons donc de nous faire peur et de nous impressionner les uns les autres en annonçant, par exemple, que les deux tiers des produits ou des connaissances de demain n'existent pas encore aujourd'hui ! Sur bien des plans l'Europe de 2030 ressemblera à celle d'aujourd'hui : les enfants iront dans les mêmes écoles où régneront toujours des maîtres, malgré la banalisation des ordinateurs dans les cartables.

Les hommes de demain ne s'activeront pas moins que ceux d'aujourd'hui. Ils chercheront dans le travail au bureau comme dans la vie associative d'abord des lieux de reconnaissance mutuelle, de lien social sans lesquels la vie perd son sens et devient l'enfer de la solitude des individus branchés sur d'autant plus de réseaux informationnels qu'ils ont faim de chaleur humaine ! C'est le grand paradoxe des sociétés modernes : grâce aux technologies de l'information chacun est plus proche, branché sur le monde entier, mais n'a plus de prochain à qui parler.

### **La sous-estimation des inerties**

Si l'on surestime les changements, c'est aussi parce que l'on sous-estime les inerties, c'est-à-dire ce qui ne change pas ou très lentement. En réalité, le monde change mais les problèmes demeurent car ils sont liés à la nature humaine qui apparaît comme le grand invariant de l'histoire. Le monde change, mais les hommes conservent, au cours du temps, de troublantes similitudes de comportements

qui les conduisent, placés devant des situations comparables, à réagir de manière quasi identique et par conséquent prévisible.

Il faut retrouver la mémoire du passé pour éclairer l'avenir et se souvenir de ces propos tenus dans le film « Le guépard »: il faut que tout change pour que tout recommence! En tant que consultant, nous avons pu vérifier plusieurs fois à quel point l'expertise acquise dans un domaine (énergie, technologie, agriculture, éducation, transport aérien, entrepreneuriat...) résistait à l'épreuve du temps. Ce qui est rassurant pour la compétence, il suffit généralement de prendre des chiffres récents pour souvent retrouver les conclusions d'hier sur les mécanismes fondamentaux qui régissent les relations entre les variables et les acteurs.

### **L'homme cet invariant au cœur des différences**

L'homme est toujours au cœur de la différence et il ne sert à rien de chercher des boucs émissaires dans la paille de la mondialisation ou de la technologie pour mieux se cacher la poutre de nos responsabilités. Pour nombre d'entreprises, de territoires ou d'individus en difficulté, le naufrage s'explique plus par les insuffisances internes que par la tempête qui sévit à l'extérieur. L'avenir d'un individu ou d'une organisation dépend en grande partie de ses forces et faiblesses internes. Comme le soulignait Vauvenargues au XVIII<sup>e</sup> siècle : « le sentiment de nos forces les augmente, le sentiment de nos faiblesses les réduit »! Les facteurs de succès ou d'échec sont d'abord endogènes.

Lorsqu'une entreprise est en difficulté, il ne sert à rien de la subventionner en cherchant un bouc émissaire dans les mutations technologiques ou dans la concurrence déloyale. Tout s'explique, le plus souvent, par un défaut de qualité du management incapable d'anticiper, d'innover et de motiver les hommes. Le même constat s'applique aux territoires en difficulté : avant de les aider, il faut d'abord changer les dirigeants.

## 2° Société de la connaissance et mirages technologiques !

Il n'y a pas de bonne réponse à une mauvaise question. Et pour se poser les bonnes questions il faut se méfier des consensus et des idées reçues. Quand tout le monde est d'accord, c'est suspect et cela mérite d'être regardé de plus près.

Les mirages collectifs, les aveuglements et les refus de voir ne datent pas d'hier. Et l'époque moderne n'échappe pas à ce constat. On se souvient du modèle japonais et de la nouvelle économie aujourd'hui oubliés. Tout se passe comme si les sociétés humaines passaient d'un mirage à l'autre, pour mieux se cacher la forêt des vrais problèmes qui sont de nature sociale et organisationnelle. Les clichés de ce début de xx<sup>e</sup> siècle portent sur la mondialisation, les délocalisations, la société de la connaissance, l'innovation ou le réchauffement de la planète<sup>2</sup> ; leur remise en cause suppose aussi une bonne dose de témérité et comme toujours une part de risque pour la réputation intellectuelle future. Le mirage technologique consiste à croire que l'on peut donner des réponses techniques à des problèmes qui sont d'une autre nature : c'est comme si l'on donnait un bonbon à un enfant qui réclame de l'affection.

Au sommet de Lisbonne en 2000, l'Europe s'est entichée du concept de société ou d'économie de la connaissance, pour lequel elle s'était même fixé un objectif de leadership mondial. L'Europe vieillissante se rassurait pour l'avenir, s'imaginant peuplée de cheveux gris savants, jeunes d'esprit et champions de l'innovation. Après la société de l'information des années 80, la nouvelle économie des années 90, les abonnés du mirage technologique ont lancé un nouveau concept, la société de la connaissance, pour dire la même

---

2 Nous les avons épinglés dans *Le courage du bon sens* – Odile Jacob 2009. Il n'est si pas facile de suivre Claude Allegre Cf : *Ma vérité sur la planète* Plon Fayard 2007 et Jean de Kervasdoué : *Les prêcheurs de l'apocalypse* Plon 2007. C'est à nos yeux une raison supplémentaire pour les écouter comme antidote face au terrorisme du conformisme ambiant.



chose ou presque.

La connaissance est bien le moteur de l'innovation. Ce n'est pas une raison pour cultiver le mirage technologique et la fuite en avant dans les dépenses de R&D. Cessons de considérer que la dépense de R&D est le principal indicateur porteur d'espoir pour l'avenir. Plus que le montant, compte l'efficacité de la dépense.

Les comparaisons internationales montrent que les entreprises les plus performantes dans un secteur sont celles qui font un effort moyen en R&D et qui, donc, agissent en dépensant moins. Le cabinet américain de conseil en stratégie Booz Allen Hamilton a même montré en 2005, en analysant les 1 000 premières entreprises mondiales, selon leur budget R&D, qu'il n'y avait pas de lien direct entre le montant des dépenses de recherche et développement engagé et le succès de ces entreprises, qu'il soit mesuré en termes de croissance du chiffre d'affaires, de rentabilité ou de retour sur investissements pour les actionnaires. Le même constat se vérifie au sujet des États : les petits pays comme la Finlande, les Pays-Bas ou l'Autriche ont un effort de R&D moindre que les grands, mais une meilleure compétitivité !

À la lumière de ce diagnostic, faut-il vraiment, comme le préconisent tant de rapports officiels, s'inspirer du pays leader, les États-Unis, et lancer des grands projets de recherche dans les secteurs de haute technologie (technologies de l'information, armement, aéronautique) et développer l'enseignement supérieur long ?

Qu'il soit permis de douter de ce remède éternellement avancé. Les États-Unis ne sont pas aussi performants qu'on le dit, à en juger par leur déficit extérieur abyssal ; ils vivent, grâce à leur rente impériale, bien au-dessus de leurs moyens et cela n'est pas durable. La France, contrairement à l'Allemagne, investit déjà beaucoup trop dans les secteurs « recherchivores » (40 % des dépenses publiques de recherche sont concentrés dans le nucléaire, l'espace et le militaire et profitent d'abord à quelques grandes entreprises) et pas assez pour stimuler les recherches dans les secteurs de moyenne ou basse technologie et dans les PME ; ces dernières bénéficient de moins de 10 % de l'effort public de recherche. La France a, aussi, presque deux fois plus de diplômés de l'enseignement supérieur

que l'Allemagne, cinq fois moins d'apprentis et son solde extérieur en produits manufacturés est devenu négatif ! Cherchez l'erreur !

La société de la connaissance est un beau défi, à condition de commencer par faire en sorte qu'il n'y ait plus 20 % des enfants qui entrent en sixième sans savoir correctement lire, écrire et compter. Car il n'est de richesses que d'hommes éduqués ! L'homme se comporte vite comme un animal sauvage dans une société barbare. La civilisation est fragile et ne tient qu'à ce fil de l'éducation

### **Innovation compétitive : la technologie n'est pas l'essentiel**

Nous sommes à l'aube d'une troisième vague d'innovations, indubitablement aussi forte que les deux précédentes, la Renaissance et la Belle Époque si l'on croit les analyses de Marc Giget sur ce point. Il apparaît cependant que notre pays est pour l'instant moins bien placé pour surfer en champion sur cette troisième vague qu'il ne l'était pour les précédentes.

Il ne s'agit pas de copier nos voisins, mais d'essayer de comprendre comment font ceux qui, confrontés aux mêmes contraintes que nous, font mieux en matière d'emploi et de compétitivité internationale. Ces performances se retrouvent aussi chez nous. En France, il y a des territoires où le taux de chômage, même en période de crise, varie du simple au triple. Mutualisons les bonnes pratiques et les expérimentations qui fleurissent partout dans les territoires. Les portes du changement s'ouvrent de l'intérieur, disait naguère Jacques Chaize ; elles s'ouvrent aussi d'en bas<sup>3</sup>.

La technologie c'est important, mais ce n'est pas l'essentiel. Il faut donc sortir du modèle classique de l'innovation, trop centrée sur le *high-tech*, alors qu'il est admis que seules 20 % des innovations sont de source technique et 80 % de nature sociale, organisationnelle, commerciale, marketing ou financière. En corollaire, il faut reconsidérer la politique publique de soutien à la recherche : il ne suffit pas de dépenser plus d'argent (public) dans la recherche pour avoir plus d'innovation. Si la France est reconnue pour ses prouesses

<sup>3</sup> Jacques Chaize, La porte du changement s'ouvre de l'intérieur, Calmann-Lévy, 1992.

techniques et ses échecs commerciaux, c'est aussi en raison de cette vision jacobine et centralisée de la recherche, où l'on pense qu'il suffit d'avoir des idées pour les transformer en réalisations solvables et rentables.

La haute technologie ne rime pas forcément avec haute valeur ajoutée. L'industrie française est en déroute sur nombre de marchés émergents (l'électronique grand public notamment) et même dans des secteurs traditionnels comme l'automobile, contrairement à l'Allemagne qui a su s'organiser pour tirer parti de la mondialisation en produisant sur place avec des inputs importés à bas coût (le taux d'ouverture aux importations à bas-coûts en Allemagne est deux fois plus élevé qu'en France !).

La haute valeur ajoutée et la performance se trouvent souvent dans des secteurs moins intenses en recherche, voire low-tech. Curieusement, c'est dans ces secteurs, qui ont été peu soutenus par les grands projets de recherche, que la France compte nombre de ses champions internationaux : Bouygues, Vinci, Lafarge pour les BTP, mais aussi Carrefour, Auchan pour la distribution, Accor pour l'hôtellerie, Sodexo pour la restauration et les services, sans oublier naturellement, Air liquide, Schneider Electric, Danone, LVMH, Publicis ou L'Oréal,

Les champions de la performance française à l'étranger sont souvent des entreprises à gouvernance familiale, nées dans des territoires enclavés ou excentrés (Limoges pour Legrand, Clermont-Ferrand pour Michelin, Lille pour Auchan, Marseille pour Sodexo, etc.), à partir d'initiatives innovantes prises par des créateurs entrepreneurs sur plusieurs générations.

L'innovation peut être majeure et low-tech. Il faut apprendre à se saisir et à adapter les idées des autres pour les transformer en synthèse créative, comme a su le faire Apple avec l'iPod, qui ne comporte aucune technologie « maison », mais qui a utilisé des technologies développées ailleurs. Pour être performantes, chaque entreprise, et même chaque État, doit relativiser l'importance et la portée de ses efforts de recherche. Le Japon, contrairement aux États-Unis, a toujours eu une balance de brevets déficitaire, mais

une balance commerciale excédentaire. Dans certains cas, pour se protéger de la copie, il vaut mieux ne pas déposer de brevets et garder comme Coca-Cola, le secret du procédé. Finalement, la R&D menée dans un pays ou dans une entreprise n'est qu'une part faible, voire infime, de la recherche mondiale dans le domaine. La R&D en interne doit être suffisamment développée pour s'approprier les idées venues d'ailleurs et les transformer en innovation répondant à un besoin. Mais, pour copier, il faut savoir lire. N'oublions pas qu'en mandarin, c'est le même mot qui signifie : apprendre et copier. Il faut donc des chercheurs de haut niveau, reconnus par leurs pairs et au fait des dernières avancées. Mais il faut surtout leur apprendre à se saisir des idées des autres pour répondre en équipes projets à des problèmes de marché ou de société dont les solutions seront autant d'applications (produits ou services) innovantes.

Les chercheurs ne sont pas naturellement tournés vers l'innovation et l'entrepreneuriat, comme en témoigne le faible nombre de chercheurs du CNRS qui, ayant déposé un brevet, font le saut de la création d'entreprise. Peu de chercheurs sont entrepreneurs : c'est le virus de la connaissance et de la reconnaissance qui les anime. Il faut donc plutôt inciter les entrepreneurs à faire appel à leurs savoirs en tant que de besoin en leur posant des questions issues du terrain et du marketing.

Une idée ne se transformera en innovation réussie que s'il y a des créateurs prêts à prendre des risques. La croissance compétitive de longue période tient à l'innovation et à la prise de risque. Les entrepreneurs en sont bien les magiciens. Hélas, le déficit d'entrepreneurs est aussi l'un des traits fondamentaux de l'exception française. Ces mêmes élites, souvent issues de l'administration, se comportent en gestionnaires de l'existant. Or la gestion ne doit pas être confondue avec la stratégie : la première minimise les risques, la seconde les optimise.

Il n'y a pas de secteurs condamnés, ni de fatalité dans les difficultés des entreprises ; il n'y a que des managers défaillants et des entrepreneurs qui ont cessé de remettre en cause leur production, alors qu'il faut innover pour gagner dans un monde en perpétuel changement. Les entreprises qui se contentent de vendre ce qu'elles

produisent sont condamnées. Pour conquérir les marchés, il faut produire ce qui se vend, c'est-à-dire des biens et des services répondant à des besoins réels ou latents. Les entrepreneurs innovants sont bien les magiciens de la croissance.

### **Le développement durable, un levier pour l'innovation et un sens pour la croissance**

On distingue classiquement les trois piliers (environnemental, économique et social) du développement durable . Ce dernier est trop souvent perçu dans sa seule dimension environnementale , ce qui est une erreur. Le développement durable (dont la définition date de 1987 (Rapport Brundtland) est : « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ». L'homme est au cœur du développement durable.

Le développement durable est une extraordinaire chance à saisir par les entreprises : toute contrainte est une opportunité. Tous les défis de recyclage, de retraitement, d'économie d'énergie sont porteurs de réponses innovantes et profitables. Dans le domaine alimentaire comme dans l'éthique de production, la traçabilité va s'imposer et entraîner le renforcement de la proximité et du raccourcissement des chaînes qui vont du producteur au consommateur.

Bref, le développement durable va dans le sens d'une production locale (pourquoi produire ailleurs ce qui peut l'être ici sans coût de transport et émission de CO<sub>2</sub> ?) , c'est aussi une barrière non tarifaire aux importations lointaines des pays à bas coût.

Quant au principe de précaution son application maximaliste pourrait s'avérer dangereuse et être un frein à l'innovation. Si avant d'agir ou de lancer un produit voire une recherche ou une expérimentation on doit prouver que cela ne comporte aucun risque, on va forcément paralyser l'action. Il n'y a pas d'action et dans bien des cas le plus risqué serait de ne pas agir. Si on appliquait le principe de précaution on ne ferait pas d'enfants !

Dans bien des domaines, l'accumulation de quantité a entraîné

*Libérer Prométhée*

la baisse de qualité.

Il faut donc renverser l'ordre des choses et revenir à l'homme en quête de sens à sa vie. Je me souviens d'un père disant à son fils : *si tu ne vis pas comme tu penses, tu penseras comme tu vis*. C'est à nous de décider si demain nous voulons devenir comme les Romains de la décadence avec du pain gratuit et des jeux de cirque (la télé ayant remplacé les lions) ou nous transformer en citoyens Athéniens, mais sans les esclaves, grâce aux nouvelles techniques.



Prométhée, héros de la mythologie grecque enchaîné pour avoir donné le feu à l'homme, incarne l'invention et la créativité : porteur de lumière, il instruit les hommes.

Face aux défis du futur, l'Académie des technologies s'attache dans ses travaux à promouvoir les conditions de l'innovation créatrice, pour un progrès raisonné, choisi et partagé.

