Académie des technologies

Quelques réflexions sur la question de l'appropriation des technologies

Rapport de l'Académie des technologies
voté le 13 mai 2015

Imprimé en France
ISBN : 978-2-7598-1782-5

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 2015

SYNTHÈSE

L'Académie des technologies a souhaité conduire une réflexion sur l'appropriation des technologies par les sociétés. Avant d'en présenter les principaux acquis, il convient tout d'abord d'en préciser le cadrage et, en particulier, de bien définir ces deux notions de technologies et d'appropriation.

Les technologies sont ici définies comme la conception, la production et l'usage par l'homme d'objets matériels ou immatériels (par exemple un logiciel) « inédits » (n'existant pas préalablement dans la nature) et permettant de réaliser une tâche précise. C'est cet ensemble, et non les seuls objets techniques, qu'il convient de prendre en compte, d'autant plus que ces objets ne représentent qu'une partie, certes visible, mais de plus en plus faible, de « systèmes techniques » qui les sous- tendent et leur confèrent leurs propriétés.

La notion d'innovation sera utilisée pour désigner des technologies nouvelles et qui se sont diffusées au sein de la société. La réflexion n'a donc pas porté sur les seules innovations mais sur l'ensemble des technologies utilisées à un moment donné par une société, quelle que soit leur ancienneté. C'est en effet à travers l'ensemble de ce « bouquet technique », et non des seules innovations, que se réalise le dialogue entre les sociétés et les technologies, qu'il s'agisse de processus d'appropriation ou de « désappropriation ».

La notion d'appropriation intègre un ensemble de processus incluant la prise de contact (au sens intellectuel mais aussi sensoriel du terme) et l'adoption éventuelle des objets techniques, leur « assimilation » dans nos schémas de pensée et d'action et l'effet de cette assimilation sur notre approche de nouveaux objets techniques.

Cette réflexion est présentée autour de quatre grands chapitres

Le premier chapitre s'est attaché à comprendre la genèse des innovations et à examiner les deux grandes visions de ce phénomène, celle qui privilégie le rôle de l'offre (la production d'inventions) et celle qui souligne le rôle déterminant des dynamiques sociales. Il nous invite *in fine* à considérer les innovations non comme les simples productions d'inventeurs « géniaux » mais comme des « points singuliers », peu fréquents, résultant de la rencontre heureuse de dynamiques techniques et sociales, d'une offre émanant des inventeurs et d'attentes de la société. *Il conduit à préconiser, pour notre Académie, une attention accrue au suivi et à la compréhension de ces dynamiques sociales*, en partant de la conviction que les difficultés que peut rencontrer la diffusion d'une technologie, les débats qu'elle peut susciter, ne relèvent pas de comportements « irrationnels » vis-à-vis d'une invention « à l'évidence » porteuse de progrès mais d'opinions construites, de convictions et de représentations qui peuvent être explicitées et comprises, à défaut d'être partagées.

Dans un second temps, la question des déterminants de l'appropriation, c'est-à-dire des facteurs qui favorisent ou freinent cette appropriation, a été examinée. Cet examen nous amène à nous départir d'une vision selon laquelle les objets techniques doivent, pour être appropriés, être parfaitement « au point » et répondre essentiellement à des préoccupations fonctionnelles. Sans pousser outre mesure le paradoxe, il apparaît que le caractère inachevé, perfectible, ouvert, réorientable de ces objets constitue un facteur favorisant leur appropriation. Il apparaît également que, sans minorer le rôle des facteurs économiques dans la diffusion des objets techniques, de nombreuses autres dimensions, culturelles, esthétiques, symboliques, psychologiques interviennent dans cette appropriation. En outre,

ces dimensions peuvent concerner non seulement les objets eux-mêmes, mais aussi l'ensemble du système technique qui les a générés. *Il convient donc que notre Académie poursuive cette exploration des multiples facteurs qui feront qu'un objet technique sera « bon à penser », au-delà de sa seule utilité concrète.*

La troisième partie de cette réflexion a porté sur les questionnements de la société vis-à-vis des changements de toutes natures induits par les technologies. Elle nous a conduit à ne pas minorer l'importance de ces changements, en particulier en évitant de les présenter comme de simples « perfectionnements » de technologies déjà présentes ou d'avancer que les inquiétudes qui s'expriment résultent d'une perception inexacte des risques. Il convient au contraire d'admettre que les technologies nous changent en profondeur, aussi bien dans notre perception de l'environnement, de nous-même que de nos semblables. En particulier, ce chapitre souligne le rôle des technologies dans la « mise à plat » du monde, c'est-à-dire du passage d'un monde dominé, dans le travail, l'éducation, la politique, par des relations hiérarchiques à un monde où les rapports horizontaux entre « égaux » prennent une importance économique, sociale et politique croissante. *En conséquence, notre Académie doit accepter et même ambitionner de documenter, dans la mesure du possible, les divers aspects positifs ou négatifs d'une technologie, mais sans prétendre « tenir la balance » au nom de la société, c'est-à-dire sans prétendre se substituer au citoyen ou au décideur politique pour juger du résultat global de ce bilan.*

Dans un quatrième temps, nous analysons quelques conditions et contraintes de ce nécessaire dialogue avec la société. Tout d'abord, il convient d'accepter que ces demandes de mise en débats s'expriment « à contre-temps », c'est-à-dire en situation de crise économique et sociale. Ensuite, il faut admettre, et faire admettre, que l'évaluation *a priori* des technologies nouvelles est, certes, nécessaire, mais ne peut prétendre en identifier toutes les conséquences, positives ou négatives, dans une société. Et surtout, il ne faut pas tirer argument de cette impossibilité pour refuser toute responsabilité « morale » dans ses conséquences. *Enfin, il convient à cette occasion d'affirmer et d'assumer quelques convictions fortes sur la contribution des technologies au progrès, sur la nécessité d'une « mise en mots » aussi précoce que possible des technologies nouvelles et sur l'intérêt d'un pluralisme d'expression de la communauté des technologues.*

Cette réflexion nous amène à préconiser en conclusion, pour attirer les futurs innovateurs, de ne plus présenter cette activité comme étant le fait d'inventeurs

« géniaux », capables de concevoir de A à Z une innovation et d'en être le « père » incontesté. Il convient de montrer au contraire que, pour élaborer les innovations de demain, la capacité à repérer dans l'ensemble du monde des innovations potentielles, de les développer, de les combiner et de les insérer dans des stratégies de développement économique est tout aussi importante.

Ceci est particulièrement vrai pour les « grands systèmes techniques », qui jouent un rôle de plus en plus important dans nos sociétés et qui nécessitent pour leur élaboration et leur perfectionnement de mobiliser des équipes importantes, de combiner des innovations de procédés autant que de produits et de mobiliser la créativité de personnalités diverses et complémentaires.

SOMMAIRE

01 Introduction et cadrage
02 Techniques, technologies, objets techniques, innovations
05 Adoption, assimilation, appropriation
06 Les quatre registres de la réflexion… et son ambition

07 I. La genèse des objets techniques : la rencontre de deux dynamiques
07 Deux conceptions de la genèse des innovations
10 Pour une vision systémique
13 L'enjeu des changements planétaires

15 II. Les déterminants de l'appropriation
16 L'adaptation, étape nécessaire de l'appropriation
19 Être fonctionnel ne suffit pas

23 III. Reconnaître les profonds effets des innovations
24 Les limites d'une dévalorisation des inquiétudes
26 Les innovations nous changent en profondeur

31 IV. Les conditions d'un dialogue fructueux
31 Accepter et investir une mise en débat « à contre-temps »
32 Résister à la « tentation du désert »
33 Reconnaître et assumer les limites de l'évaluation *a priori*
36 Trois convictions fortes à assumer

39 Conclusions et perspectives
39 Les principaux acquis : construire un nouveau regard
41 Susciter des vocations en dépassant la vision « héroïque »

43 Annexe 1 : Organisation de la réflexion

45 Annexe 2 : Liste des personnalités auditionnées

47 Annexe 3 : Séminaire des 8 et 9 octobre 2014 sur le thème « Appropriation des technologies »

55 Annexe 4 : programme du séminaire annuel 2014

59 Annexe 4 : Comptes rendus des ateliersdu séminaire annuel d'octobre 2014 sur l'appropriation des technologies par la société

95 Publications de l'Académie

INTRODUCTION ET CADRAGE

L'Académie des technologies a souhaité conduire une réflexion sur l'appropriation des technologies par les sociétés. Cette initiative procède de deux objectifs complémentaires : le premier, à finalité externe, est de définir et de faire connaître les principaux messages de l'Académie sur ce sujet ; le second, à finalité interne, est d'identifier les aspects de cette question que l'Académie, en tant que représentante de la communauté des technologues, devrait davantage investir et approfondir.

Animée par la commission « Société et technologies » de l'Académie, cette réflexion s'est déroulée de septembre 2013 à mars 2015. On trouvera en annexe une description de ses étapes et de ses modalités.

Avant d'en présenter les principaux acquis, il convient tout d'abord d'en préciser le cadrage et, en particulier, de bien définir ces deux notions de technologies et d'appropriation.

Techniques, technologies, objets techniques, innovations

Par technologie, nous n'entendrons pas « discours (logos) sur la technique » (même si ce qui va suivre relève de ce registre) mais la conception, la production et l'usage par l'homme d'objets matériels ou immatériels (par exemple un logiciel) « inédits » (n'existant pas préalablement dans la nature) et permettant de réaliser une tâche précise. Ces objets techniques ont donc vocation à être produits en de nombreux exemplaires, identiques ou « personnalisés », mais d'égale valeur, ce qui les différencie – sans que la frontière en soit totalement nette – des objets artistiques, dont la valeur est liée à la singularité.

Pour souligner les difficultés d'une définition précise d'un objet « technique », on peut observer que de nombreuses, si ce n'est toutes, les productions humaines ont une dimension « technique », tout en ayant d'autres attributs, décoratifs, symboliques, ludiques : un livre, un vêtement, un jouet en constituent des exemples. Il semble donc que c'est à partir d'un certain degré de complexité, de sophistication, d'association de savoir-faire nombreux que le qualificatif de « technique » est utilisé[1].

Par ailleurs, selon notre définition de la technologie, les objets techniques ne constituent que la partie visible, « émergée », la résultante de pratiques et de savoir-faire répartis dans l'espace et le temps. Ces opérations procèdent à la genèse des objets techniques – pensons par exemple à toutes les opérations qui conduisent à la confection et à la mise en vente d'un livre – mais, de plus en plus, elles accompagnent également l'utilisation de ces objets et en conditionnent les propriétés.

Ainsi, un avion en vol, un téléphone mobile, un distributeur automatique de billets, voire un banal feu rouge, ne sont que la matérialisation, localisée, d'un réseau beaucoup plus vaste et en grande partie invisible, voire insoupçonné, mêlant opérateurs humains et autres objets techniques, réseau qui va en permanence scruter, informer, localiser ou corriger les défaillances éventuelles de ces objets.

[1] Le « Trésor de la langue française » définit l'adjectif « technique » comme étant l'opposé de « général, commun, courant ».

Ces différents niveaux possibles de lecture des technologies, depuis les seuls objets qu'elles produisent jusqu'au système technique, économique et social dans lequel ils s'insèrent peut conduire à des réflexions, des interrogations, des débats de nature très différente. Ils peuvent également amener des incompréhensions, voire des « dialogues de sourds » lorsque certains considèrent que les débats portent sur les objets techniques au sens strict, et proposent de les « améliorer », de les « perfectionner », alors que d'autres souhaitent interroger un système plus global et en corriger certains aspects[2].

La notion d'innovation sera utilisée pour qualifier des technologies nouvelles, des inventions qui se sont effectivement diffusées au sein de la société. En ce sens, une innovation sera nécessairement, au sens de cette diffusion, une « réussite », ce qui n'exclut pas que les effets de cette diffusion réussie ne se révèlent problématiques à plus ou moins long terme.

Ici aussi, la distinction entre innovation et simple « nouveauté » apparaît subtile. Ne dit-on pas parfois qu'un nouveau produit (un modèle de voiture, de téléphone, un produit alimentaire, une collection de mode) n'est pas très « innovant » ? Il y a donc dans l'innovation une notion de décalage, de discontinuité par rapport au renouvellement « ordinaire » de nos objets techniques. Cela ne signifie pas que nous n'allons considérer ici que ce que l'on qualifie parfois d'innovations « de rupture », c'est-à-dire qui ouvrent des perspectives dans des domaines très variés (comme les multiples applications des lasers). Ces innovations sont rares et la plupart des innovations sont « incrémentales » et améliorent pas à pas des technologies existantes. La comparaison des performances des moteurs à explosion ou des moteurs électriques d'aujourd'hui avec ceux du début du 20e siècle illustre ce rôle cumulatif de petites innovations[3].

Mais notre réflexion sur l'appropriation ne se limitera pas aux seules innovations : nous y inclurons l'ensemble des objets techniques utilisés à un moment donné par une société, et non les seuls objets issus d'innovations récentes.

2 L'exemple des débats sur les OGM végétaux est à cet égard emblématique.

3 Ainsi les moteurs des premiers TGV développaient une puissance massique de 0,34 KW par Kg alors que ceux des nouveaux AGV ont une performance quatre fois supérieure (1,17 KW par kg) (source : Wikipedia).

Les historiens des techniques[4] soulignent en effet que le « bouquet technique » en usage dans une société peut combiner des objets très divers, remobiliser parfois des objets anciens – il suffit pour s'en convaincre de considérer l'ensemble des outils de mobilité qu'un individu peut utiliser au cours d'une même journée, de la trottinette au TGV – et qu'il convient donc de prendre en compte l'ensemble de ce bouquet technique pour réfléchir à l'appropriation des technologies par les sociétés.

Nous verrons en effet que ces phénomènes d'appropriation ont une dynamique complexe et peuvent interroger aussi bien des objets nouveaux que d'autres qui semblaient, depuis longtemps, intégrés dans les sociétés. En outre, l'introduction d'un objet technique nouveau dans ce bouquet technique peut induire une reconfiguration d'objets déjà utilisés et donc stimuler une nouvelle vague d'innovation. On peut citer l'exemple de l'évolution des couteaux de table suite à l'introduction en France, au 16e siècle, de la fourchette[5] ou, plus récemment, les profondes modifications de l'urbanisme liées au développement de l'automobile.

Les innovations apparaissent dans beaucoup d'autres champs que la technologie. Toutefois, pour cerner notre sujet, nous ne traiterons qu'à la marge des innovations sociales, c'est-à-dire de l'apparition de nouvelles pratiques, de nouveaux comportements, qui ne mobilisent pas de supports matériels spécifiques. On peut citer comme exemple aussi bien les congés payés que le co-voiturage, avec, là aussi, des situations hybrides, combinant innovation sociale et technologique, comme le Velib' ou les réseaux sociaux. Il ne s'agit pas de minimiser l'importance de ces innovations ou d'imposer une définition restrictive de ce qu'est une technologie : certains défendent par exemple, de manière argumentée, l'idée que notre corps est notre premier instrument et que la manière de serrer la main ou d'utiliser une langue sont des « techniques du corps » et relèvent donc des technologies. Il s'agit donc seulement de se limiter au champ actuel des préoccupations et des compétences de notre Académie.

4 Voir par exemple le livre récent de David Edgerton (2013) « Quoi de neuf ? Du rôle des techniques dans l'histoire globale », Edition du Seuil, Paris.

5 Voir l'ouvrage d'Henry Petrovsky « The Evolution of Useful Things », 1992, Alfred Knopf Ed, New York.

Adoption, assimilation, appropriation

Le terme appropriation peut être entendu dans deux sens différents : celui, pour le concepteur d'un objet, de le rendre « approprié », c'est-à-dire propre à un usage, à une destination ; celui, pour l'utilisateur de cet objet de « se l'approprier », non seulement en terme de possession, mais d'utilisation. C'est ce second aspect que nous explorerons plus particulièrement, en y distinguant plusieurs processus se succédant dans un cycle, ou plutôt dans une spirale qui, dans le temps, préside aux relations de l'homme avec les objets techniques.

Le premier est celui de l'adoption de ces objets : pourquoi l'homme décide-t-il ou non d'utiliser un objet technique ? Comment s'opèrent les premières phases de cette co-adaptation qu'implique cette utilisation, modification éventuelle de l'objet par son utilisateur mais aussi apprentissage des gestes, des schémas mentaux, nécessaires pour tirer parti de cet objet ? La manière dont des personnes différentes vont meubler, décorer, modifier, utiliser des appartements neufs identiques constitue un bon exemple de ces différents processus.

Vient ensuite une phase d'assimilation, d'incorporation individuelle, physique et psychique, ou sociale de cet objet. Il ne s'agit pas ici d'assimilation ou d'incorporation au sens physiologique de ces termes, même si certaines technologies comme le cœur artificiel en relèvent à l'évidence. Il s'agit du fait que nos représentations mentales, notre façon de considérer notre rapport à nous-mêmes, à notre environnement, à la société intègrent peu à peu l'existence de ces objets et modifient en conséquence notre vision de ces différentes relations.

Enfin, il convient d'examiner en quoi ces modifications initient un nouveau cycle, soit en suscitant de nouvelles attentes précédemment inexistantes (certains diront de nouvelles frustrations), soit en facilitant l'appropriation de nouveaux objets – les tablettes n'auraient sans doute pas été un succès si elles n'avaient été précédées d'une découverte de l'intérêt des ordinateurs portables – voire en générant de nouvelles innovations jusque là « inimaginables ».

Ces questions d'appropriation ne concernent pas que le grand public. Beaucoup de technologies sont destinées à des utilisateurs professionnels et ceux-ci ont connu des évolutions majeures, voire radicale de leurs outils de travail – que l'on pense à la disparition des planches à dessin dans les bureaux d'études ou à l'introduction des robots en analyse médicale. Nous avons donc cherché à intégrer dans cette réflexion cette diversité d'utilisateurs.

Les quatre registres de la réflexion... et son ambition

C'est donc l'exploration des relations complexes entre l'homme et ses « artefacts » qui a constitué le fil conducteur de cette réflexion. Sans prétendre en couvrir toutes les dimensions, nous en présenterons les principaux acquis autour de quatre grands thèmes portant respectivement sur :

- le rôle des inventeurs et de l'évolution des sociétés dans la genèse des innovations ;
- les conditions favorisant l'appropriation des objets techniques ;
- les multiples conséquences, positives ou négatives, des innovations et la manière de les documenter ;
- les modalités de la mise en débat de ces conséquences et le positionnement de la communauté des technologues dans ces débats.

Enfin, pour éviter toute ambiguïté, nous précisons que cette réflexion n'a pas pour but d'identifier ni, *a fortiori*, de légitimer toutes les méthodes permettant d'inciter un consommateur à se procurer ces objets techniques. Les spécialistes du marketing n'ont pas attendu notre Académie pour développer leurs savoir-faire ! Cet acte d'achat ne constitue en effet qu'un « point singulier » dans le cycle d'appropriation que nous nous proposons d'explorer. Il ne mobilise en outre que la dimension « consumériste » du comportement humain, alors que nous avons souhaité englober l'ensemble des attitudes, opinions et comportements, individuels ou collectifs, de l'homme vis-à-vis des objets techniques.

I. LA GENÈSE DES OBJETS TECHNIQUES : LA RENCONTRE DE DEUX DYNAMIQUES

La question des interactions entre l'homme et ses « artefacts » a sans doute été débattue dès l'invention des premiers outils : pourquoi une innovation apparaît-elle à un moment donné, en un lieu donné ? Pourquoi observe-t-on parfois, dans des lieux différents et indépendants, l'apparition relativement synchrone d'innovations similaires, comme par exemple la domestication de plantes et d'animaux qui ont accompagné l'essor des premières agricultures ? Pourquoi, à l'inverse, certaines innovations n'ont-elles pas émergé dans des lieux où elles étaient cependant en germe, à l'instar de la roue, que les Incas utilisaient pour fabriquer des jouets à roulettes mais sans lui trouver d'autres usages ?

Deux conceptions de la genèse des innovations

Par rapport à ces questionnements, deux lectures extrêmes sont proposées. La première considère que, sur la durée, la dynamique des innovations

est relativement autonome[6] : elle est le fait d'inventeurs « géniaux », souvent présentés comme solitaires, qui conçoivent un nouvel objet technique dont la « valeur ajoutée » est telle qu'il diffuse rapidement dans la société. C'est ce que l'on qualifie parfois de vision « héroïque » de l'innovation. Même si beaucoup de ces inventeurs n'ont jamais été identifiés, cette vision a son Panthéon, de Gutenberg à Steve Jobs en passant par Bernard Palissy, Denis Papin ou les frères Wright.

On notera d'ailleurs que, dans cette vision, le lieu de l'invention est aussi clairement identifié, avec notamment le mythe du « garage », que l'on retrouve aussi bien pour la naissance des premiers avions que pour l'essor de l'informatique[7]. Autre remarque, cette vision met rarement en avant un autre personnage, ou une autre facette de la personnalité de l'inventeur, qui est celui de l'entrepreneur[8]. L'invention est supposée réussir du simple fait de son caractère « génial » et le fait que son succès ait été dû à la capacité de l'inventeur ou de son associé à la promouvoir, à avoir identifié les rouages de ce que l'on nomme aujourd'hui le « marketing », est souvent passé sous silence, comme si cet aspect était susceptible de ternir la gloire de cet inventeur[9].

6 Nous n'aborderons pas ici le vaste débat des liens entre sciences et technologies et, en particulier, de la part des innovations qui résultent de percées scientifiques et de celles qui procèdent de démarches empiriques. En effet, nous considérons que l'attribution d'une innovation à l'une ou l'autre de ces sources ne constitue pas un critère déterminant par rapport à la question de son appropriation : toutes les deux ont leur lot de diffusions fulgurantes et d'échecs cuisants.

7 C'est dans des garages de Californie que William Hewlett et David Packard auraient fondé leur firme en 1939, que Steve Jobs aurait fabriqué en 1976 son premier Apple et que Larry Page aurait lancé Google en 1998.

8 Ainsi, Steve Jobs était-il en fait plus un entrepreneur génial qu'un inventeur : c'est son associé Steve Wosniak qui a construit le premier prototype de leur ordinateur.

9 Il est vrai que cette facette de l'activité des inventeurs révèle parfois des aspects plus sombres de leur personnalité. On peut citer l'exemple de la « guerre des courants » aux États-Unis, au cours de laquelle Thomas Edison, pour promouvoir le courant continu qui avait fait sa notoriété (et pour lequel il détenait de nombreux brevets) dénigrait le courant alternatif en soulignant qu'il était utilisé pour la chaise électrique (voir Bertrand Hériard, 1994. De l'ambiguïté de la passion technique : l'exemple d'Edison. *Alliages*, numéro 20-21. http : //www.tribunes.com/tribune/alliage/20-21/heri.htm).

Selon cette vision fondée sur la prédominance de l'offre, le « facteur limitant » des innovations serait donc l'existence de ces inventeurs géniaux et il conviendrait donc de les repérer, de les encourager et de favoriser la diffusion aussi rapide que possible de leurs inventions.

À l'inverse, une autre lecture souligne le rôle déterminant des évolutions sociales dans la genèse et, surtout, dans l'appropriation des inventions. Il faut bien sûr que ces inventions soient disponibles, mais c'est la situation de la société, sa demande, ou plutôt ses attentes latentes, qui va faire que certaines inventions vont connaître un succès foudroyant, alors que d'autres resteront inutilisées. Cette seconde catégorie est d'ailleurs largement majoritaire : une sélection « naturelle » impitoyable s'exerce et seules quelques inventions deviennent des innovations.

Une telle vision du rôle prédominant de la société s'appuie, par exemple, sur le fait que le charbon, comme la force motrice de la vapeur, étaient connus dès l'Antiquité[10] ou que les techniques de base de l'imprimerie – l'utilisation du papier et la composition à partir de caractères mobiles – étaient disponibles en Chine plusieurs siècles avant Gutenberg et avaient sans doute été observées par Marco Polo.

Plus récemment, on peut également souligner que les « ingrédients » de la « révolution verte » qu'a connue l'agriculture des pays développés, ainsi qu'une grande partie de l'Asie, après la seconde guerre mondiale (création de variétés améliorées, utilisation d'engrais minéraux, mécanisation) étaient de fait disponibles dès la fin du 19e siècle[11] mais n'ont été mobilisés que dans le contexte socio-économique et politique de l'après-guerre.

Parmi ces facteurs sociaux, les aspects économiques jouent à l'évidence un rôle majeur : beaucoup d'objets techniques (téléphone portable, automobiles, téléviseurs, etc.) ne sont devenus des objets de consommation de masse que

10 Au 1er siècle ap. J.C., Héron d'Alexandrie avait décrit l'éolipyle, constitué d'une sphère creuse équipée de deux tubes coudés et pouvant tourner sur un axe. Alimentée en vapeur par une chaudière, cette sphère pouvait tourner à vive allure. De même, le Père Jésuite belge Ferdinand Verbiest avait fait rouler en 1680 un chariot à vapeur devant l'empereur de Chine, bien avant le fardier de Joseph Cugnot (1770 environ).

11 Travaux de Liebig sur la nutrition minérale des plantes, de Mendel et Morgan sur les bases de l'hérédité des caractères.

lorsque leur prix a baissé de manière importante[12]. Mais c'est en fait le rapport entre ce prix et « l'utilité » que l'on prête à ces objets qui va être le facteur déterminant. Ceci explique le fait que certains produits d'entrée de gamme ne sont pas toujours les plus attractifs ou que des objets techniques peu coûteux, comme les multiples appareils électroménagers, ne sont pas forcément des succès[13].

C'est donc la construction, dans une société, de la notion d'utilité d'un objet technique nouveau, dont on avait donc pu se passer précédemment, qu'il convient d'analyser. Cette notion d'utilité est à prendre au sens très large du terme et dépasse largement, comme nous le verrons, la simple dimension fonctionnelle et « utilitaire ».

Pour une vision systémique

Ces deux visions ont donc suffisamment d'arguments attestant de leur pertinence pour ne pas être renvoyées dos à dos. Pour soutenir la théorie de l'offre, on peut avancer qu'une mise au point plus précoce de la lampe à incandescence[14]

12 Ainsi, en 1960, une 2 CV Citroën coûtait 4600 francs, soit 7,6 mois du salaire moyen de l'époque, et 30 % des ménages français possédaient une automobile. Aujourd'hui, un véhicule d'entrée de gamme (environ 9000 €) représente 3,5 mois de salaire moyen et le taux d'équipement des ménages atteint 82 %. De même, un téléviseur noir et blanc représentait en 1960 environ 2,5 mois de salaire moyen contre 0,15 mois aujourd'hui et le taux d'équipement des ménages est passé de 12 à 97 %. La chute a été encore plus spectaculaire pour les téléphones mobiles. On trouve aujourd'hui des modèles à moins de 20 € alors que le MicroTAC de Motorola, l'un des premiers modèles grand public, était vendu 1 000 € en 1989, soit, en valeur constante, près de 100 fois le prix actuel (source : INSEE et Wikipedia).

13 Ainsi, pour des objets de prix assez semblables (environ 500€) et d'encombrement comparable, le taux d'équipement des ménages était en 2011 de 96 % pour les lave-linge, de 55 % pour les lave-vaisselle, de 31 % pour les sèche-linge et de 44 % pour les cuisinières, ce dernier chiffre étant d'ailleurs en baisse (source : INSEE).

14 Le premier prototype connu est attribué à l'écossais James Lindsay en 1835 mais il a fallu attendre 1879 pour qu'Edison, après de nombreux essais, commercialise une lampe qui devient rapidement un succès mondial. Voir http : //cours.dirphot.free.fr/documents_divers/lampe_incandescence.pdf

aurait certainement connu un succès immédiat épargnant l'intermède des réverbères[15] et de leurs allumeurs[16]. Il en est sans doute de même pour le téléphone, si l'on en juge par le succès de son prédécesseur fonctionnel, le télégraphe. Et qui prétendrait que le post-it était « attendu » ? Mais il est tout aussi évident qu'une approche fondée sur la demande et l'attitude de la société permet d'expliquer bien des échecs, comme celui des « maisons sous la mer » ou de la domotique[17], ou de décrypter certains « paradoxes » apparents, comme l'adoption ou le refus des cultures d'OGM de part et d'autre de l'Atlantique[18] ou l'échec des premiers visiophones, alors que la télévision triomphait.

On a donc affaire à deux dynamiques, sociales et technologiques, qui ne sont ni indépendantes l'une de l'autre, ni dans une relation de dépendance totale (dans un sens ou dans l'autre) et qui, selon les technologies, se révèlent être le facteur déterminant de leurs réussites. Le caractère dynamique et interactif de ces deux processus peut d'ailleurs générer des séquences inattendues, comme la reviviscence des disques vinyles ou des montres mécaniques après des décennies d'hégémonie des affichages digitaux et des lecteurs de disques compacts, ou celle des navires de croisière, dont on croyait que le *France* avait constitué le dernier représentant emblématique. Un autre exemple intéressant est celui de la réapparition massive des scooters dans les villes, alors qu'on les considérait comme appartenant au passé, simples formes de transition, dans l'essor

15 L'éclairage au gaz s'est développé dans les villes américaines et européennes à partir de 1820 et est resté dominant jusqu'au début du 20e siècle. À noter que la dénomination, que l'on attribue aux britanniques, de « Paris, ville lumière » ne doit peut-être rien à l'éclairage électrique mais serait à relier à cette période de développement des lampadaires à gaz (voir http://fr.wikipedia.org/wiki/Chronologie des_techniques_d'éclairage).

16 Pour les nostalgiques, indiquons qu'il existe encore près de Paris, à Malakoff, un dernier bec de gaz en activité baptisé affectueusement du nom de « Léon » (voir http : //www.leparisien.fr/espace-premium/hauts-de-seine-92/leon-le-dernier-bec-de-gaz-21-10-2013-3244645.php).

17 Ensemble des technologies permettant de doter une maison de divers automatismes en matière de sécurité, de communication, de régulation thermique, etc.

18 Voir par exemple Chevassus-au-Louis (2012). « OGM : le divorce transatlantique. Perception et utilisation des OGM en Europe et aux États-Unis ». *Futuribles*, **33**, 135-147.

économique des sociétés (ou dans le développement des individus !), entre la bicyclette et l'automobile.

Cette dynamique peut aussi conduire à la remise en cause, tout aussi surprenante, d'innovations que l'on croyait définitivement intégrées dans nos sociétés, comme les vaccins, les colorants et additifs alimentaires de synthèse ou l'énergie hydroélectrique. Elle peut aussi donner lieu à des appropriations « paradoxales », c'est-à-dire à des usages différents de ceux envisagés par leurs créateurs, comme l'utilisation massive du Minitel par les messageries roses.

Pour une Académie des technologies, soucieuse d'appréhender le « fait technologique » dans l'ensemble de ses dimensions, cela signifie qu'il convient d'accorder une égale importance à l'analyse et à la compréhension de ces deux dynamiques et de considérer que les dynamiques sociales sont, certes, complexes, en particulier dans des sociétés plurielles et multiculturelles, mais intelligibles. Autrement dit, il convient d'affirmer que les difficultés que peut rencontrer la diffusion d'une innovation, les débats qu'elle peut susciter, ne relèvent pas forcément de comportements « irrationnels » vis-à-vis d'une invention « à l'évidence » porteuse de progrès ou, a contrario, d'une « néophobie » ou d'une nostalgie du passé, mais d'opinions construites, de convictions et de représentations qui peuvent être explicitées et comprises, à défaut d'être partagées.

Le décryptage de ces dynamiques sociales devra combiner des analyses au niveau des individus, mais aussi de groupes constitués autour de la défense ou, à l'inverse, de la dénonciation de « paquets technologiques[19] » (biotechnologies, nanotechnologies, transhumanisme), ceci afin de recenser, de manière non-caricaturale, les principaux arguments que ces groupes mobilisent. De telles monographies pourraient faire partie des productions de notre Académie.

Il convient donc, pour reprendre des termes anglo-saxons relatifs à la culture scientifique, de passer d'une approche « PUS » (*Public understanding of science*), selon laquelle une meilleure éducation du public permettrait une appropriation

[19] La nature et les modalités de constitution de ces « paquets », c'est-à-dire de l'ensemble des technologies rassemblées dans une même apologie ou une même dénonciation constitue d'ailleurs en elle-même une question intéressante.

plus rapide des innovations[20], à une attitude « SUP » (*Scientists understanding of publics*), selon laquelle la réussite de cette appropriation passe plutôt par une plus grande acculturation des innovateurs aux réalités des sociétés auxquelles ils s'adressent.

L'enjeu des changements planétaires

Les perspectives des changements climatiques ou d'une nécessaire transition énergétique et écologique amènent à souligner toute l'importance d'un tel positionnement : si l'on considère que l'innovation fait partie des ressources à mobiliser pour affronter ces défis, on voit bien que la plupart de ces innovations, qu'elles soient techniques ou sociales, pourront difficilement être imposées, de manière technocratique, aux citoyens. Pour être appropriées, elles devront se positionner par rapport aux représentations individuelles et collectives de ce que sont ces nouveaux défis et apparaître comme des solutions pertinentes non pas à ces défis, mais aux représentations que la société en aura.

Or, dès aujourd'hui, avant même que ces nouvelles technologies ne soient toutes inventées, leurs représentations se forment, dans toutes les composantes de la société. Comprendre comment, dans un contexte d'informations surabondantes mais aussi de débats et de déclarations contradictoires, s'élaborent ces schémas mentaux, se dessinent des volontés d'agir, s'imaginent des stratégies individuelles ou collectives d'adaptation apparaît donc tout aussi important que de « mettre au point » les technologies de demain si l'on veut qu'elles soient, effectivement, des innovations.

[20] Cette approche est parfois dénommée « modèle du déficit de connaissance ». Elle suppose qu'il existe un lien positif entre la connaissance et la compréhension des objets technologiques et leur acceptation, alors que de nombreuses études empiriques, notamment sur le nucléaire ou les OGM, montrent plutôt l'inverse, à savoir des connaissances techniques plutôt supérieures à la moyenne chez les opposants. Voir par exemple l'article de Dominique Kreziak et Pierre-Benoît Joly (2012) « Vision experte et vision profane du risque : le cas des organismes génétiquement modifiés » *Revue française du Marketing*, n° 183-184, p. 21-35.

II. LES DÉTERMINANTS DE L'APPROPRIATION

Le fait que certaines technologies, certains objets techniques soient « appropriés », alors que d'autres, malgré d'importants efforts de marketing, soient des échecs continue à susciter l'interrogation, l'étonnement des technologues. Pour ne prendre qu'un exemple récent, l'échec des lunettes connectées dans un monde qui semblait avide de « reliance[21] » a surpris bien des observateurs.

Sans prétendre explorer complètement la complexité de ce sujet, nous regrouperons dans ce chapitre un certain nombre de réflexions sur les caractéristiques des objets techniques, propres à ces objets ou liées à la manière de les concevoir, et qui apparaissent comme des facteurs favorisant le processus d'appropriation.

[21] Terme proposé en 1963 par Roger Clausse pour désigner un « besoin psychosocial d'information ».

L'adaptation, étape nécessaire de l'appropriation

L'une des étapes importantes du processus d'adoption est celle de « l'instrumentation », au cours de laquelle l'objet technique doit se transformer en « instrument », que notre corps, dans toutes ses composantes, doit apprendre à manipuler. Cette phase nécessite une « coadaptation », c'est-à-dire que l'objet technique peut être modifié (on parle parfois de « détournement », allant de la « customisation » à l'invention d'usages inédits[22]), mais aussi que notre corps doit adopter de nouveaux comportements, apprendre de nouveaux gestes, développer des automatismes et des capacités d'anticipation (comme dans le cas de la conduite automobile). Cette adaptation peut parfois s'incorporer profondément dans notre corps, comme le montre l'imagerie cérébrale des grands musiciens ou des sportifs de haut niveau, dont des aires spécifiques se développent considérablement. En outre, cette adaptation ne nécessite pas, au moins dans un premier temps, de contact physique avec l'objet réel. Les sciences cognitives nous montrent que notre cerveau est capable de développer des simulations de ce qui peut arriver au « double » de nous-mêmes, simulations qui vont contribuer à déterminer notre attitude et faciliter éventuellement la prise en main de l'objet réel[23].

Cette adaptation peut aussi conditionner durablement, positivement ou négativement, notre capacité d'adaptation ultérieure à de nouveaux objets : l'un des cas emblématiques est celui des claviers des ordinateurs, qui font perdurer sans raison fonctionnelle aucune celui des anciennes machines à écrire[24], du fait de l'échec à répétition des claviers présentant les lettres par ordre alphabétique.

En outre, comme nous l'avons déjà évoqué, un objet technique nouveau s'insère généralement dans un « bouquet technique » que nous utilisons (par

22 On peut citer la manière dont Léonard de Vinci, gaucher, a utilisé un mode d'écriture particulière, de droite à gauche, dite spéculaire (à lire dans un miroir).

23 Ce phénomène est bien connu des sportifs qui « répètent » dans leur tête les gestes techniques à accomplir, par exemple pour une descente de ski ou un saut à la perche.

24 Qui étaient déterminés par la nécessité d'éviter que les bras porteurs des caractères ne se croisent en tapant deux lettres successives, d'où, selon les langues, des claviers différents.

exemple nos différents moyens de transport ou de communication ou notre panoplie d'instruments de cuisine) et qui combine des innovations récentes et d'autres parfois très anciennes. Cette insertion nécessite également des co-adaptations faites de substitutions ou de nouvelles synergies (par exemple, utiliser une trottinette pour parcourir les couloirs du métro ou d'un aéroport).

Deux conclusions peuvent être tirées de ces réflexions. La première est que le « potentiel adaptatif » d'un objet technique, c'est-à-dire la possibilité de le modifier, d'en développer de nouveaux usages, constitue dans des sociétés d'une grande diversité comme les nôtres un élément important de l'appropriation. Autrement dit, plutôt que de concevoir des objets « rigides », parfaitement au point, prêts à l'emploi, ne faut-il pas aller vers des objets beaucoup plus « souples », se prêtant à une diversité d'usages et pouvant s'insérer dans des bouquets techniques variés ? À ce titre, l'agrafe trombone peut être considérée comme le summum, sans doute involontaire, d'une telle approche[25] !

De manière plus limitée, on peut se demander si les fabricants de meubles « à monter » ne doivent pas leur succès commercial, outre les économies qu'ils réalisent ainsi, au fait d'impliquer l'acheteur dans un exercice, parfois complexe, d'appropriation « physique » de leurs produits. De même, le caractère « ouvert » de son écosystème informatique, invitant les utilisateurs à produire eux-mêmes des applications et à les partager, est sans doute une des clés du succès des téléphones de la marque à la pomme.

[25] Développé au 19e siècle pour remplacer avantageusement l'usage d'une aiguille pour réunir quelques feuilles de papier, cet objet s'est en effet prêté aux utilisations les plus variés. Porté ostensiblement sur les vêtements, il a été le symbole de la résistance norvégienne à l'occupation allemande pendant la seconde guerre mondiale (en tant que symbole de réunion). Il permet aussi bien de réinitialiser divers appareils électroniques, de rattacher une branche de lunettes dont on a perdu la vis, de crocheter une serrure ou, en le pliant jusqu'à la rupture, d'évacuer le stress des employés de bureau. Il a été honoré en étant l'un des objets présentés en 2004 au Museum of Modern Art de New-York dans l'exposition « Humble Masterpieces ». Et il connaît une nouvelle vie, immatérielle, en étant devenu un icône graphique des bureaux numériques. Voir en particulier le chapitre 4 de l'ouvrage déjà cité de d'Henry Petrovsky *The evolution of Useful Things*.

En corollaire, et nous reviendrons sur ce point, les objets qui ne se prêtent pas à cette adaptation, qui nous apparaissent à la fois comme « rigides » et étrangers (les OGM, le gaz de schiste, le nucléaire civil) vont, quelles que soient leurs performances techniques, souffrir dans ce domaine d'un handicap certain.

La seconde est que, plutôt que de considérer ces détournements comme de regrettables erreurs de la prospective technologique, il conviendrait de les étudier comme de véritables processus de création et d'en comprendre les mécanismes, au même titre que l'on s'intéresse aujourd'hui à la sérendipité – on parle également de « Zadigacité » – (innovation par hasard, voire par erreur, c'est-à-dire en cherchant autre chose[26]) comme source nouvelle d'innovation. Pour citer un exemple, il apparaît que l'on pense souvent les objets techniques (en particulier de communication, mais aussi ceux liés à l'énergie ou à l'alimentation) dans une logique verticale (producteurs vs consommateurs) alors que les usages qui en sont faits (ou attendus) cherchent au contraire à les insérer dans des logiques « horizontales » de réseaux interactifs (voir le développement du chapitre III sur la « mise à plat » du monde). Ainsi, à l'échec de Nupedia, encyclopédie en ligne qui devait être alimentée par les meilleurs experts des différents sujets, a succédé l'essor de Wikipedia comme encyclopédie participative pouvant impliquer tout un chacun. De même, si les premiers MOOCs (enseignements en ligne ouverts) ont été le fait d'experts, on assiste aujourd'hui au développement de MOOCs participatifs entre communautés « d'apprenants ». On peut citer également la radio, que beaucoup de gouvernements se sont approprié rapidement comme moyen de diffuser leurs messages, en instaurant même parfois des monopoles d'usage. L'émergence des radios libres et le développement de la CB[27] ont conduit progressivement, non sans difficultés[28], à des formes beaucoup plus ouvertes et interactives d'utilisation de ce média.

[26] Comme par exemple la découverte fortuite de la pénicilline, de la mauvéine, premier colorant artificiel, du principe du four à micro-ondes ou de la lithographie.

[27] Citizen Band, bande de fréquences radios réservée au radio-amateurs.

[28] La CB n'est devenue légale en France qu'en 1981 et l'on se souvient, en 1964, de l'épopée de « Radio Caroline ».

Être fonctionnel ne suffit pas

Pour être adoptés, les objets techniques doivent bien sûr répondre à des exigences de fonctionnalité (commodité, efficacité, fiabilité…) mais ils seront également considérés à travers d'autres dimensions, d'autres cadres de lecture. On pourra citer notamment le fait qu'ils soient « aimables », que l'on puisse s'y attacher, voire en faire des instruments de « rassurance » (les nouveaux « nounours »). Cette dimension, bien comprise par le design, passe souvent par des évocations plus ou moins directes de sentiments liés à l'enfance (voir le succès des trottinettes, des « one wheel », des écrans tactiles ou des e-cigarettes, le développement de la « ludification[29] » ou l'apparence délibérément infantile de certains robots) : l'on sait qu'une des dimensions de notre registre comportemental vis-à-vis de l'inconnu (un objet ou un individu) est de développer des comportements « régressifs » (retour à des comportements pré-adultes) et le fait de permettre à ces comportements de s'exprimer est sans doute un facteur positif d'appropriation.

Plus globalement, cette dimension déterminante de la « mise en forme » [30], qui va conditionner, avant toute utilisation, le premier contact, la première impression visuelle, tactile, auditive, avec l'objet technique, qui va permettre de préjuger de son caractère convivial, est reconnue de manière inégale selon les secteurs. Il est classique dans l'architecture, pour laquelle la définition de la forme va être première par rapport à l'organisation du contenu. Dans d'autres domaines, cette mise en forme est plutôt conçue comme un « habillage » d'un objet dont on a d'abord conçu et organisé le contenu.

Une autre dimension qui va conditionner l'adoption des objets techniques est leur dimension « culturelle », c'est-à-dire la possibilité de se sentir culturellement proche de ceux qui les ont élaborés. On retrouve ici la question, évoquée en introduction, de la prise en compte du « réseau invisible » qui sous-tend les

[29] Terme inspiré de l'anglais « gamification », désignant une démarche visant à conférer un caractère ludique à diverses activités.

[30] La langue allemande utilise le terme intéressant de « Gestaltung », littéralement « mise en forme » pour nommer le design, alors que le français n'a pu trouver de traduction à ce terme pourtant d'origine… française (le dessein, et non le dessin comme on pourrait le penser).

objets techniques. Même si ces aspects ne conditionnent aucune caractéristique matérielle du produit, les questions « qui l'a produit et où ? Dans quelles conditions ? » apparaissent déterminantes pour les utilisateurs : ne pas y répondre (ou y répondre de manière erronée) peut conduire à des comportements de rejets massifs et durables. On retrouve ici l'adage de Claude Lévi-Strauss relatif à l'alimentation mais qui peut certainement être généralisé « *Il ne suffit pas qu'un aliment soit bon à manger, encore faut-il qu'il soit bon à penser* » [31].

Cette question de l'adoption passe parfois par une « mise en culture », c'est-à-dire le fait que ces objets soient mis en scène dans le cinéma, la littérature, la chanson, le sport. Ce phénomène a sans doute joué un rôle considérable dans l'adoption massive de la cigarette et, de manière plus positive, les célébrations de la « Petite Reine » par de nombreux artistes ou du Minitel, chanté par Marie-Paule Belle, ont durablement ancré ces objets techniques au sein de nos sociétés.

Un autre aspect qui transcende la dimension fonctionnelle est celui lié à la notion de « luxe » : de tels objets proposent pour un prix élevé une fonctionnalité identique à celle d'objets similaires beaucoup moins onéreux. On peut citer l'exemple des lunettes de soleil, des montres mécaniques ou des sacs de voyage, dont l'usage devient ainsi beaucoup plus symbolique qu'utilitaire.

On peut y rattacher l'étonnant succès des objets faisant revivre, en cachant leur modernité technologique, des modèles anciens, qu'il s'agisse d'automobiles, d'équipements audiovisuels ou de produits alimentaires. Dans tous ces cas, le registre des objets « bons à penser » prédomine largement sur celui de l'utilité concrète.

Enfin, ces objets vont être situés en référence à d'autres expériences individuelles ou sociales antérieures, afin de les attribuer à une catégorie que nous savons penser, sur laquelle nous avons une opinion, pour nous permettre de répondre, par analogie, aux questions « que va-t-il se passer ? Qu'est-ce qui va changer ? ». Cette phase de « catégorisation » peut conduire à des analogies qui

[31] Dans *La pensée sauvage*, Plon Ed, 1962.

peuvent être déroutantes (par exemple « les OGM, c'est comme la vache folle » [32]) mais qui correspondent à des logiques qu'il convient de comprendre[33]. À l'inverse, une attribution à des catégories différentes peut expliquer des opinions contrastées vis-à-vis d'objets techniquement très liés, comme celles des personnes qui dénoncent les méfaits éventuels des antennes relais tout en reconnaissant l'intérêt des téléphones mobiles[34].

Pour notre Académie, cette exploration, à peine esquissée, des facteurs de succès d'une innovation est certainement à renforcer, en s'appuyant sur la diversité des expériences concrètes de nos membres. Il ne s'agit pas de se limiter à la question des méthodes permettant de favoriser l'adoption d'une technologie (design, marketing) mais de comprendre cette diversité des attentes de la société et d'en développer, si possible, une vision prospective.

[32] Ces deux objets biotechniques relèvent, pour les spécialistes, de catégories très différentes, mais le public les associe comme des exemples d'objets pour lesquels on n'avait pas détecté au départ de risques potentiels mais pour lesquels, dans le cas de la vache folle, des risques majeurs se sont révélés tardivement. Le public exprime ainsi son opinion qu'un tel scénario pourrait bien se produire pour les OGM.

[33] Là aussi, une approche quantitative du risque ne permet pas de comprendre ce divorce et il faut mobiliser la théorie sociale des risques pour en découvrir la logique. Voir sur ce point l'article déjà cité de Kreziak et Joly.

[34] Dans ce cas, cette attribution à des catégories différentes se comprend si l'on analyse qualitativement (et non quantitativement) les types de risques associés à ces objets.

III. RECONNAÎTRE LES PROFONDS EFFETS DES INNOVATIONS

Comme celui précédemment évoqué sur l'origine des innovations, le questionnement sur leurs diverses conséquences sur les individus, les sociétés, l'environnement ne date pas d'hier. Pour prendre quelques exemples, les débats du 19e sur le développement de la greffe végétale, en particulier de la vigne, évoquent fortement, tant dans leur vigueur que dans les arguments avancés, les actuels débats sur les plantes transgéniques ; de même, l'usage de la bicyclette par les femmes y était dénoncé comme potentiellement immoral, argument que l'on retrouve ensuite pour le téléphone ou la pilule ! Toujours au 19e siècle, le creusement du métro parisien a donné lieu à d'intenses débats sur les miasmes qu'allaient dégager ces sols occupés par l'homme depuis deux millénaires.

On peut même considérer que ces interrogations sont consubstantielles des objets techniques qui, d'une certaine manière, proposent à l'être humain des capacités de se « transcender », en augmentant sa force, son efficacité, sa rapidité… modifiant ainsi inéluctablement ses relations avec ses semblables et son environnement.

Les limites d'une dévalorisation des inquiétudes

Par rapport à ces interrogations, l'attitude de innovateurs est souvent de les minimiser, de les considérer comme transitoires, liées au caractère encore « imparfait » de certaines innovations, et, en outre, comme s'ils en étaient juges, de mettre en balance ses défauts éventuels avec les bienfaits, considérables selon eux, qui allaient en résulter.

On soulignera en particulier deux registres d'arguments souvent présents dans ces discours :

- le premier est celui de la continuité. L'innovation considérée ne serait pas une rupture, mais seulement une nouvelle étape, un perfectionnement, un changement d'échelle par rapport à des innovations déjà présentes et largement acceptées au sein de la société. On trouve par exemple cet argument pour les nanotechnologies vis-à-vis de la micromécanique ou de la microélectronique, ou pour les plantes transgéniques vis-à-vis de la création variétale conventionnelle. Même les thuriféraires du transhumanisme[35] l'avancent en disant qu'ils ne font qu'extrapoler et assembler des technologies aujourd'hui utilisées. Nous ne discuterons pas ici de la pertinence logique ou éthique de cet argument, souligner seulement qu'il a pour but de contester, de fait, la légitimité d'ériger une barrière, de réclamer un moratoire ou un débat spécifique ;
- le second registre consiste à interpréter les réticences exprimées à travers le seul prisme des risques, le plus souvent sanitaires et environnementaux[36], puis d'introduire la distinction entre risques « réels » (ceux évalués par les experts[37]) et risques « perçus » (par la société) pour

[35] Courant de pensée qui se propose d'utiliser les technologies pour doter l'homme de capacités dépassant ses limites actuelles, sur les plans physiques (force, rapidité), intellectuels (mémoire, intelligence), voir de durée de vie (*via* les organes artificiels ou les biotechnologies).

[36] Il faut reconnaître que, aujourd'hui, la contestation de beaucoup d'innovations se fait à travers cet argumentaire, médiatiquement porteur, des risques pour la santé humaine ou pour l'environnement.

[37] En imposant à cette occasion une définition quantitative et probabiliste des risques, tirée de la théorie des jeux.

> montrer *in fine* que, compte-tenu de ces risques réels, il n'y a pas lieu de s'inquiéter. Sans détailler les multiples questions que soulève cette démarche, on soulignera simplement ici le caractère réducteur de cette lecture entièrement centrée sur le risque : une perspective historique un peu longue ou des approches de psychologie sociale montrent que de multiples autres raisons, liées aux visions que l'on a de soi-même et du monde, en particulier des changements sociaux potentiels que va induire une technologie, président à ce positionnement des individus vis-à-vis des innovations et font que l'on peut tout aussi bien refuser, individuellement ou collectivement, des innovations dénuées de tout risque qu'adopter des innovations dont on est conscient des risques qui leurs sont associées.

Une telle attitude visant à minorer les conséquences des innovations et, corrélativement, à discréditer ceux qui s'en inquiètent peut se comprendre comme l'expression d'une volonté louable de modestie : ceux qui sont à la source des innovations, qui en connaissent précisément les propriétés et les limites, sont parfois effrayés par des emballements médiatiques présentant cette innovation comme une révolution, comme LA solution définitive à un problème et peuvent souhaiter la remettre à sa juste place.

Quel que soit le discours, il nous paraît indispensable, pour être crédible, d'adopter une certaine logique, une certaine symétrie, dans cette présentation des avantages et des inconvénients, des risques et des bénéfices : ou bien on présente une innovation comme étant mineure sur ces deux points, ou bien, si l'on veut vanter l'ampleur et l'intérêt majeur de ses retombées, l'on admet également que ses aspects négatifs puissent être conséquents et mériter examen.

Enfin, entre les deux options précédentes, la première ne nous semble pas adaptée à la réalité actuelle, et *a fortiori* future, des technologies : les présenter comme des modifications somme toute cosmétiques et « facultatives » de notre quotidien apparaît aujourd'hui une position de moins en moins tenable, en particulier parce qu'elle se heurte à l'expérience concrète de chacun. Il faut le reconnaître, la capacité des innovations à modifier en profondeur notre environnement, notre relation à nous-mêmes et aux autres est aujourd'hui considérable et il est vraisemblable qu'elle va encore s'accroître à l'avenir.

Les innovations nous changent en profondeur

Ainsi, notre vision de l'espace et du temps, dimension clé de notre perception de l'environnement a été profondément modifiée par l'évolution de nos moyens de transport, mais aussi, plus récemment, par le développement d'outils de plus en plus réalistes de perception à distance (imagerie 3D, gants tactiles…). La notion de « proximité » est donc devenue quasi- indépendante de la distance physique, avec la formation de communautés que l'on qualifie de « virtuelles » et qui sont en fait vécues par leurs membres comme plus « réelles » que le cercle de ceux dont ils sont physiquement proches.

Par rapport à nous-même, la diversification des moyens de nous perpétuer – de la reproduction médicalement assistée, éventuellement *post-mortem*, à la gestation pour autrui, du clonage aux promesses du transhumanisme – n'interroge-t-elle pas en profondeur notre représentation de ce qu'est un individu, une personne, et donc la manière de la considérer ?

Et, pour l'organisation de nos sociétés, le passage, rendu possible par les technologies de l'information et de la communication, d'une société structurée par des rapports verticaux de pouvoir, liés souvent au contrôle de l'information, à une société où les rapports horizontaux entre « égaux » prennent une importance économique, sociale et politique croissante, n'est-elle pas une révolution majeure ? Après plusieurs millénaires de sociétés hiérarchisées, auxquelles nous étions habitués (à l'école, au travail comme aussi dans la santé ou la politique), cette « remise à plat » potentielle[38] du monde n'est-elle pas à placer au même rang dans l'histoire de notre espèce que les révolutions copernicienne ou darwinienne ?

Pour une Académie convaincue que les technologies peuvent et doivent contribuer – selon sa devise – à un progrès « raisonné, choisi et partagé », reconnaître pleinement le potentiel de changement dont ces technologies sont porteuses doit constituer un acte fondateur pour pouvoir ensuite débattre, avec toutes les

[38] Il convient bien sûr de ne pas avoir une vision irénique de ce processus. Les TIC, si elles affaiblissent les hiérarchies au sens traditionnel, peuvent aussi se faire les instruments d'un contrôle renforcé, plus discret, mais plus efficace, des individus et de leurs comportements (big data, fichages divers, vidéosurveillance, contrôles aux frontières, assurances « personnalisées » se substituant aux assurances mutuelles, etc.).

parties prenantes, des aspects positifs et négatifs de ces changements. Il permet en particulier de placer sur un pied d'égalité, sans instaurer de dichotomies ou de qualifications péjoratives – néophiles / néophobes, progressistes / réactionnaires – ceux qui sont plutôt attirés par les promesses de ces changements et ceux qui en redoutent plutôt les conséquences, chacun pouvant d'ailleurs être porteur, en son for intérieur, de cette alternative.

En corollaire de ce positionnement, deux points-clés sont à souligner. Le premier, en lien avec le premier chapitre, est de reconnaître que, dans cette mise en débat, il convient aujourd'hui beaucoup plus d'expliquer, pour une technologie donnée, « ce que ça change » plutôt que « comment ça marche », et ceci d'autant plus que l'appropriation de beaucoup d'objets techniques à travers une connaissance précise, non seulement intellectuelle, mais aussi corporelle, « manipulatoire » de leur fonctionnement (la capacité à les démonter, à les remonter, à les réparer) est un processus dont on peut cultiver la nostalgie mais qui apparaît de moins en moins possible : ouvrir le capot d'une voiture en panne (quand on parvient à en trouver la commande) est désormais un geste rituel, incantatoire, mais que l'on pratique sans illusion sur notre capacité à remédier ensuite à cette panne !

Cette remarque n'a pas pour but de nier l'intérêt de développer la culture scientifique et technique des citoyens : partir des objets du quotidien pour introduire des notions scientifiques parfois très abstraites, expliquer par exemple que, sans la théorie de la relativité, les GPS[39] n'auraient pu exister, est une démarche qui permet de renouveler la pédagogie des sciences et des technologies et qu'il convient d'encourager. Mais, comme nous l'avons évoqué précédemment, il faut considérer que ce développement de la culture scientifique et technique n'est pas relié de manière forte et systématique à des attitudes plus positives vis-à-vis des technologies.

Le second point-clé de ce positionnement est d'affirmer notre volonté de documenter, dans la mesure du possible – nous reviendrons sur cette question dans le prochain chapitre – les divers aspects positifs ou négatifs d'une technologie, mais sans prétendre pour autant « tenir la balance » au nom de la société. Cette réserve peut surprendre. Notre Académie ne doit-elle pas prendre position et s'exprimer *in*

[39] Système de positionnement géographique par satellites désormais disponible sur de nombreux objets connectés (téléphones, montres, tablettes…).

fine sur le bilan avantages / inconvénients d'une technologie, au même titre qu'un médecin considère les effets bénéfiques et les risques d'un médicament ou d'un acte chirurgical pour son patient avant de les prescrire ou non ? Cette analogie est cependant inadéquate pour au moins deux raisons.

La première est que, contrairement aux médicaments, dont on compare les effets tant positifs que négatifs sur un même objet, la santé du patient, les avantages et les inconvénients d'un objet technique porteront souvent sur des aspects différents : on sera amené à examiner et à mettre sur les plateaux de la balance des effets sur l'emploi (en termes de quantité, de conditions de travail, de qualifications requises), la compétitivité économique, les inégalités, l'environnement, la santé… qui seront incommensurables, c'est-à-dire qu'ils ne pourront être mesurés à la même aune. Les économistes proposent certes des méthodes permettant d'établir des valeurs monétaires pour des choses les plus diverses – et donc de réaliser un bilan comptable des avantages et inconvénients –, mais la fiabilité technique et la légitimité politique des ces approches est loin de faire consensus[40].

La seconde raison, qui fait également des médicaments un cas singulier, est que ces avantages et inconvénients qui sont relatifs dans leur cas au même sujet, s'appliquent dans les autres cas à des personnes différentes, certaines subiront plutôt les inconvénients d'une technologie alors que d'autres en tireront avantage. On peut citer comme exemples la diminution de la fréquence de desserte ferroviaire de petites villes situées entre deux métropoles que l'on relie par un train à grande vitesse, la mise en place de caisses automatiques dans les commerces ou le débat récurrent sur les antennes de téléphonie mobile et autres sources d'ondes électromagnétiques. Pour insister sur ce point, citons également les débats actuels sur la vaccination obligatoire[41] car la première critique ne s'y applique pas (il s'agit bien là d'un même objet, la santé) mais les bénéficiaires de cette protection et les victimes éventuelles d'effets négatifs sont des personnes différentes et, en outre,

[40] Pour ne citer que l'une des critiques adressées à ces évaluations monétaires, il est très difficile de comparer des avantages et inconvénients intervenant à des horizons temporels très différents et, surtout, lointains sans faire des hypothèses fortes et discutables sur la richesse future d'une société.

[41] Ce débat a été porté jusqu'au Conseil constitutionnel, qui vient dans son avis du 20 mars 2015 de déclarer conforme à notre Constitution la réglementation actuelle encadrant la vaccination obligatoire contre la poliomyélite.

difficile à identifier *a priori*. Il appartiendra donc à chaque citoyen d'estimer que, pour lui et en fonction de son système de valeur, la balance penche d'un côté ou de l'autre et de faire valoir son point de vue.

Autant il nous appartient donc d'éclairer, de recenser de manière aussi exhaustive et objective que possible ces avantages et inconvénients, d'identifier les personnes concernées, de fournir ces éléments aux décideurs politiques, autant il convient que nous respections le droit de chacun de juger, pour un nouvel objet technique, du bien-fondé de son utilisation et aussi, lorsqu'un choix collectif s'impose, le droit des décideurs à l'opérer.

Une telle attitude n'exclut pas que notre Académie puisse élaborer des « recommandations », par exemple lorsque certains avantages ou inconvénients semblent méconnus ou mal estimés, ou lorsqu'il s'agit de hiérarchiser des choix techniques pour un même critère de performance (par exemple le coût de production de l'électricité par divers procédés). Mais, dans les situations évoquées précédemment, marquées par la diversité et l'incommensurabilité des effets à prendre en compte et par la non-identité des personnes concernées par ces effets, ces recommandations devront se garder de toute volonté prescriptive sur la décision à prendre.

IV. LES CONDITIONS D'UN DIALOGUE FRUCTUEUX

Une fois admise la pertinence d'un débat équilibré sur l'appropriation des innovations, se pose la question de sa temporalité, de son contenu, du positionnement à adopter et des convictions à faire valoir au cours de ces débats. Ce sont ces points que nous allons maintenant examiner.

Accepter et investir une mise en débat « à contre-temps »

Partons d'un constat empirique : au moins au cours de l'ère industrielle, il semble que, lorsque l'économie se développe à partir d'un « paquet technologique » donné et apporte de la croissance, ce paquet technologique n'est pas remis en question par la société, du moins lorsque cette croissance est, au moins en partie, redistributive, c'est-à-dire qu'elle s'accompagne d'une réduction des inégalités. L'exemple des « trente glorieuses » d'après-guerre, articulées autour

d'une énergie abondante et peu coûteuse, montre bien que les multiples conséquences qui en ont découlé, augmentation considérable de la productivité du travail avec simplification des tâches individuelles, migrations de l'emploi vers les villes, développement de l'habitat collectif… ont été relativement bien acceptées par les sociétés européennes.

C'est lorsque l'économie s'essouffle et que la vision du progrès qu'elle propose devient moins partagée, voire est critiquée au sein de la société, que l'attention se porte sur ce que pourrait apporter l'innovation. Alors que les uns s'attachent à imaginer les objets ou les systèmes techniques qui pourraient fonder un nouveau cycle de croissance (société de la connaissance, bioéconomie, économie des fonctionnalités, convergences diverses…), les autres entreprennent un inventaire critique et rétrospectif des divers impacts négatifs, précédemment sous-estimés ou qui ne se sont révélés que tardivement, des technologies qui ont fondé le cycle précédent.

Se développe alors, sur fond de crise, une tension entre ceux qui attendent de l'innovation une nouvelle ère de prospérité et ceux qui y voient surtout de nouvelles menaces. La dialectique de ces deux visions peut conduire à une escalade néfaste, à une radicalisation des points de vue, l'affirmation par les uns de la puissance de ces innovations et de l'ampleur de leurs bienfaits potentiels en alimentant parallèlement les inquiétudes des autres sur l'importance de leurs effets néfastes éventuels.

Résister à la « tentation du désert »

Dans ce contexte radicalisé propre aux crises, il pourrait être tentant pour des technologues de refuser le débat, de prétexter qu'il est prématuré, et de se concentrer sur la conception et la mise au point de ces nouvelles innovations, en attendant que les conditions d'un débat plus paisible soient à nouveau réunies. Comme évoqué précédemment, la tentation de dénigrer les objections, de les présenter comme non pertinentes car relatives à des technologies « dépassées », qui seront de toutes façons remplacées par des technologies plus « propres » – la notion de « nouvelle génération » jouant ici un rôle rhétorique majeur – peut également être grande au cours de ces périodes.

Ces attitudes sont compréhensibles au niveau individuel, mais ne sauraient être adoptées par notre Académie. Il convient au contraire de considérer que ces périodes de « crises » sont des temps de « respiration sociale » et fournissent des opportunités pour débattre de nos visions de l'avenir et des technologies qu'il faudrait mobiliser pour les concrétiser. Nous utilisons volontairement le pluriel car, au cours de ces périodes, les sociétés sont souvent fracturées, socialement, économiquement, géographiquement et marquées par l'accroissement des inégalités. Il est donc important de reconnaître l'existence de cette diversité et même d'affirmer l'ambition de développer des technologies permettant à plusieurs visions, à plusieurs projets collectifs, de s'épanouir, de cohabiter, voire de développer des synergies.

Il faut donc investir ces périodes plutôt que de les considérer comme de « mauvais moments à passer » et participer à ces débats, sans nécessairement chercher à parler d'une seule voix (nous reviendrons sur ce point ultérieurement).

Reconnaître et assumer les limites de l'évaluation *a priori*

Une fois reconnue l'ampleur des impacts potentiels des nouvelles technologies, il est légitime de s'interroger sur nos capacités d'anticipation, qu'il s'agisse de prévoir ce que seraient ces impacts ou de mettre en place, de manière proactive, des mécanismes de régulation.

Sur le premier point, on ne peut que reconnaître, dans un premier temps, le bien-fondé de cette demande de mieux connaître les impacts : l'observation rétrospective de diverses nuisances liées plus ou moins directement à des innovations techniques et qui étaient passées entre les mailles de l'expertise, ou avaient du moins été sous-estimées (amiante, vache folle, thalidomide et distilbène, insecticides organo-chlorés) oblige à améliorer sans cesse les capacités d'expertise *a priori*, que ce soit sur les plans méthodologique, procédural ou organisationnel. En outre, l'introduction, essentiellement au 20e siècle, de l'expertise technico-scientifique comme outil de prévention des risques peut être considérée comme un « pacte social », comme un transfert de responsabilité des citoyens vers les experts qu'il convient d'honorer, quelles que soient les difficultés de l'exercice.

Il faut cependant reconnaître que les usages qui seront faits d'un objet technique constituent une propriété « émergente », au sens que ces usages ne peuvent se déduire des seules propriétés intrinsèques de ces objets, en particulier lorsque ces objets auront une longue durée de vie au sein des sociétés. Ils résulteront en effet de processus d'adaptation, voire de « détournement » (voir le chapitre II) par les utilisateurs, comme l'utilisation comme sèche-linge du condenseur des réfrigérateurs ou du four à micro-ondes pour sécher des animaux. Les objets techniques ne sont donc pas neutres mais « polyvalents », et cette polyvalence a sans doute été perçue dès l'apparition des premiers objets techniques[42].

Le second point, à savoir la nécessité d'une mise en place précoce de dispositifs de régulation, apparaît lui aussi comme une revendication légitime. Il est cependant également problématique, dans la mesure où les logiques de l'action publique sont souvent binaires : on interdit ou on autorise et, si l'on autorise, cette autorisation est valable, pour des raisons juridiques compréhensibles, pour tous (avec seulement parfois des restrictions d'âge) et en tout point du territoire. On passe donc brutalement d'une expertise fondée sur un échantillon limité à une généralisation parfois extrêmement rapide, comme dans le cas des téléphones portables : une démarche de « changements d'échelle » progressifs, selon laquelle une technologie serait diffusée par étapes, avec des retours d'expérience, à des populations de taille croissante, est assez étrangère à la pratique réglementaire.

Autre limite, cette réglementation est souvent peu évolutive et prévoit rarement des clauses et des échéances obligatoires de révision. On peut citer l'exemple des moratoires, qui sont souvent édictés sans préciser les informations ou les évènements qui permettront d'y mettre fin.

Enfin, la mise en place de dispositifs d'expérimentation à grande échelle ou d'observatoires efficaces permettant des retours d'expérience est coûteuse et, de ce fait, limitée à certains produits, comme la pharmacovigilance des médicaments, qui peut s'appuyer sur les contributions gracieuses des quelques

[42] L'ouvrage de Roy Lewis (1960) *What we did to Father*, traduit en français sous le titre *Pourquoi j'ai mangé mon père*, Éditions Pocket, 2012, constitue dans ce domaine une référence !

200 000 médecins français. De tels observatoires, souvent annoncés comme une réponse aux inquiétudes de la société, sont en outre techniquement peu crédibles si l'on n'identifie pas clairement les phénomènes que l'on souhaite observer (quitte à en restreindre le nombre) et si l'on ne s'assure pas de la capacité effective, statistiquement parlant, du dispositif à détecter les phénomènes visés (comme l'augmentation éventuelle d'une allergie spécifique dans la population).

Par rapport à ces différentes limites de l'évaluation et de la régulation *a priori*, quelle doit être l'attitude de notre Académie ?

Une première option, souvent utilisée par les opérateurs privés, serait de ne s'intéresser qu'aux usages « normaux », prévus par les concepteurs de la technologie, et de décliner toute responsabilité vis-à-vis d'usages imprévus.

Une telle attitude restrictive ne nous semble pas correspondre à la vision précédemment évoquée des relations entre les sociétés et les technologies : c'est bien l'ensemble des usages, prévus ou imprévus, des technologies qui sont l'objet d'une appropriation et vis-à-vis desquels nous devons affirmer à la fois notre intérêt et notre « responsabilité ». Il ne s'agit pas d'une responsabilité au sens juridique du terme, qui ne peut impliquer que le concepteur de la technologie et le pouvoir réglementaire, mais au sens moral[43] *: il s'agit d'affirmer, en tant que représentante de la communauté des technologues , la volonté de notre Académie de renforcer les capacités de suivi du devenir des innovations (suivi qui peut d'ailleurs faire appel à des technologies) et de promouvoir des mécanismes de régulation adaptés et progressifs.*

Comme exemple de régulation adaptative, on pourrait citer par exemple le principe d'optimisation qui régit la démarche ALARA *(As Low As Reasonably Achievable)* en radioprotection.

Ces démarches adaptatives doivent bien sûr être suffisamment définies et anticipées pour ne pas donner lieu à une instabilité réglementaire ou à des incertitudes juridiques.

[43] C'est-à-dire au même titre que celle des parents, qui ne sont juridiquement responsables de leurs enfants que jusqu'à leur majorité mais continuent ensuite à se sentir moralement responsables de leur devenir.

Trois convictions fortes à assumer

Pour s'impliquer dans de tels débats, il est important d'identifier et d'exprimer ce que sont les valeurs, les convictions qui sous-tendent notre engagement dans la production de technologies nouvelles. Nous en proposerons trois, relatives à notre conception du progrès, à l'importance de l'élaboration précoce d'éléments de langage autour de ces technologies et à l'intérêt d'une expression pluraliste de la communauté des technologues.

En ce qui concerne le progrès, il ne s'agit pas ici de revendiquer une « neutralité » – qui sera toujours contestée – des technologies par rapport aux débats sociaux et à leurs acteurs. Il s'agit d'affirmer, en assumant son caractère utopique, notre conviction que les innovations technologiques peuvent permettre de dépasser certaines contradictions, en rendant également possibles des aspirations présentées comme antagonistes, voire comme nécessitant un « choix de société » en faveur de l'une ou de l'autre.

Ainsi, la mobilisation des technologies informatiques pour faciliter le covoiturage permet d'échapper au débat opposant, avec des arguments recevables, les tenants des transports en commun et les adeptes des véhicules individuels ; le développement de sources performantes d'énergie renouvelable peut également atténuer la tension entre les défenseurs d'une nécessaire décroissance de notre consommation d'énergie et ceux qui considèrent qu'une telle décroissance comporte de nombreux risques économiques ou sociaux.

Autrement dit, par rapport aux interrogations sur la notion même de progrès, il convient d'affirmer que, pour notre Académie, les technologies contribuent au progrès non pas tant parce qu'elles apportent leurs bienfaits à tous les citoyens que parce qu'elles permettent la réalisation d'une diversité croissante de projets individuels et collectifs, la coexistence et l'expression de visions variées du progrès qui apparaissaient comme incompatibles.

Une autre conviction sous-jacente est celle de l'intérêt, et même de la nécessité, d'une « mise en mots » aussi précoce et aussi large que possible des technologies et de leurs produits. Cela suppose en particulier d'accepter de présenter non seulement les objets techniques, mais ce que nous avons appelé leur réseau sous-jacent, que l'on a parfois tendance à considérer comme étant une affaire de spécialistes n'intéressant pas le grand public.

Quelle que soit l'issue des débats qui s'en suivront, développer un langage permettant de penser ces objets ou ces procédés nouveaux, d'exprimer nos réactions vis-à-vis d'eux, de cerner les limites que nous voyons à leur utilisation, c'est, d'une certaine manière, les « socialiser », les « mettre en culture » et orienter ces débats davantage vers des formes délibératives plutôt que vers des contestations ultérieures, violentes et souvent radicales.

Enfin, troisième conviction, une expression pluraliste de la communauté des technologues et, en particulier, de notre Académie est sans doute préférable à la recherche et à l'énoncé d'une position unique, présentée comme consensuelle : au même titre que la société est plurielle et que cette diversité de visions, d'opinions, constitue une richesse et permet d'interroger et d'éclairer les technologies sous des angles multiples, les technologues devraient admettre, et ne pas chercher à dissimuler, qu'une diversité similaire existe en leur sein. On observe d'ailleurs que, pour des technologies ne correspondant pas à leur domaine de compétence, les technologues expriment souvent des opinions et des interrogations similaires à celles de la société dans son ensemble[44]. Au-delà de sa reconnaissance, l'expression de ce pluralisme est sans doute à organiser, à mettre en scène, à l'image des « disputes » médiévales, forme de débat qui visait à approfondir à travers un débat contradictoire des questions théologiques complexes.

[44] Voir par exemple le sondage réalisé en 2007 par Daniel Boy sur l'opinion des chercheurs du CNRS sur les OGM (http://www.sciencesetavenir.fr/archeo-paleo/20070315.OBS7281/un-sondage-qui-surprend.html).

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Pour conclure, nous résumerons tout d'abord les principaux acquis de cette réflexion. Nous nous interrogerons ensuite sur les conséquences qu'il convient d'en tirer pour inciter nos concitoyens à contribuer à l'élaboration d'innovation « appropriées ».

Les principaux acquis : construire un nouveau regard

Le premier acquis concerne la genèse des innovations. Il nous invite à les considérer non comme les simples productions d'inventeurs « géniaux » mais comme des « points singuliers », peu fréquents, résultant de la rencontre heureuse de dynamiques techniques et sociales, d'une offre émanant des inventeurs et d'attentes de la société. *Il conduit à préconiser, pour notre Académie, une attention accrue au suivi et à la compréhension de ces dynamiques sociales*, en partant de la conviction que les difficultés que peut rencontrer la diffusion d'une technologie, les débats qu'elle peut susciter, ne relèvent pas de comportements « irrationnels » vis-à-vis d'une invention « à l'évidence » porteuse de progrès mais

d'opinions construites, de convictions et de représentations qui peuvent être explicitées et comprises, à défaut d'être partagées.

Le second acquis nous amène à nous départir d'une vision selon laquelle les objets techniques doivent, pour être appropriés, être parfaitement « au point » et répondre essentiellement à des préoccupations fonctionnelles. Sans pousser outre mesure le paradoxe, il apparaît, que le caractère inachevé, perfectible, ouvert, réorientable de ces objets constitue un facteur favorisant leur appropriation. Par ailleurs, nous avons vu que, sans minorer le rôle des facteurs économiques dans la diffusion des objets techniques, de nombreuses autres dimensions, culturelles, esthétiques, symboliques, psychologiques vont intervenir dans cette appropriation. En outre, ces dimensions peuvent concerner non seulement les objets eux-mêmes, mais aussi l'ensemble du système technique qui les a générés. *Il convient donc que notre Académie poursuive cette exploration des multiples facteurs qui feront qu'un objet technique sera « bon à penser », au-delà de sa seule utilité concrète.*

La troisième partie de cette réflexion a porté sur les questionnements de la société vis-à-vis des changements de toutes natures induits par les technologies. Elle nous a conduit à ne pas minorer l'importance de ces changements, en particulier en évitant de les présenter comme de simples « perfectionnements » de technologies préxistantes ou d'avancer que les inquiétudes qui s'expriment résultent d'une perception inexacte des risques. Il convient au contraire d'admettre que les technologies nous changent en profondeur, aussi bien dans notre perception de l'environnement, que de nous-même, que de nos semblables. *En conséquence, notre Académie doit accepter et même ambitionner de documenter, dans la mesure du possible, les divers aspects positifs ou négatifs d'une technologie sans prétendre « tenir la balance » au nom de la société.*

Dans un quatrième temps, nous avons analysé quelques conditions et contraintes de ce nécessaire dialogue avec la société. Tout d'abord, il convient d'accepter que ces demandes de mise en débats s'expriment « à contre-temps », c'est-à-dire en situation de crise économique et sociale. Ensuite, il faut admettre, et faire admettre, que l'évaluation *a priori* des technologies nouvelles est, certes, nécessaire, mais ne peut prétendre en identifier toutes les conséquences, positives ou négatives, dans une société. Et, surtout, il ne faut pas tirer argument de cette impossibilité pour refuser toute responsabilité « morale » dans ses conséquences. *Enfin, il convient à cette occasion d'affirmer et d'assumer quelques*

convictions fortes sur la contribution des technologies au progrès, sur la nécessité d'une « mise en mots » aussi précoce que possible des technologies nouvelles et sur l'intérêt d'un pluralisme d'expression de la communauté des technologues.

Susciter des vocations en dépassant la vision « héroïque »

Pour terminer cette réflexion, nous nous tournerons maintenant vers les futurs innovateurs, c'est-à-dire vers la question de faire naître des vocations pour de telles activités. On pose parfois cette question des innovateurs sous l'angle de leur capacité à concevoir de A à Z une innovation et d'en être le « père » incontesté. On retrouve là, en particulier dans la culture française, la vision « héroïque », déjà évoquée, de l'innovation et de l'inventeur génial. Une telle présentation n'est pas forcément de nature, de par son caractère « formidable », à susciter des vocations : on rapporte que, même dans des écoles d'ingénieurs, des élèves considèrent « qu'il n'y a plus rien à inventer ».

Il convient d'infléchir cette vision en montrant que, pour élaborer les innovations de demain, la capacité à repérer dans l'ensemble du monde des innovations potentielles, de les développer, de les combiner et de les insérer dans des stratégies de développement économique est tout aussi importante.

Ceci est particulièrement vrai pour le développement de « grands systèmes techniques » (de transport, de production et de distribution d'énergie, de santé, d'alimentation…) qui peuvent être, plus que des innovations élémentaires, de puissants moteurs de développement économique et social. De tels systèmes, qui nécessitent pour leur élaboration et leur perfectionnement de mobiliser des équipes importantes, de combiner des innovations de procédés autant que de produits, de faire appel à la créativité de personnalités diverses et complémentaires, sont souvent méconnus car moins visibles pour le public, alors qu'ils jouent un rôle de plus en plus important dans nos sociétés. Il serait sans doute pertinent de les faire connaître davantage et notre Académie pourrait s'y employer, pour contribuer à enrichir l'image de ce qu'est l'innovation aujourd'hui.

Mais, là aussi, il conviendra d'accepter que ces grands systèmes techniques soient mis en débat, et selon des termes que nous ne saurions imposer.

ANNEXE 1 :
ORGANISATION DE LA RÉFLEXION

L'animation de cette réflexion a été assurée par Yves Farge et Bernard Chevassus-au-Louis, avec l'appui des membres de la commission Société et technologies et de Paul Rigny, qui en a assuré le secrétariat général. Bernard Chevassus-au-Louis a assuré la rédaction des différentes versions de ce document.

Cette réflexion a d'abord fait l'objet d'un texte de cadrage, présentant les principales questions qu'il était envisagé d'aborder ainsi que les modalités de cette réflexion. Ce cadrage a été présenté lors de la séance plénière de l'Académie du 12 février 2014.

Pour alimenter cette réflexion, une série d'auditions de diverses personnalités (Annexe 2) a été réalisée. Le texte de cadrage leur était préalablement communiqué, pour que ces intervenants puissent réagir sur ce texte et apporter leur contribution. Certaines de ces interventions ont ensuite fait l'objet d'une contribution écrite. Ces textes seront mis en ligne, après accord des auteurs, sur le site de l'Académie.

Le séminaire annuel de l'Académie, qui s'est tenu les 7 et 8 octobre 2014, a été consacré à ce thème de l'appropriation des technologies. Il était organisé autour de cinq conférences plénières, de huit ateliers en parallèle et d'une séance de synthèse. On trouvera le programme, la liste des intervenants et le résumé des ateliers de ce séminaire sur le site de l'Académie.

En conclusion de ce séminaire, un canevas du présent document a été présenté. Après validation par le Comité des travaux de l'Académie, ce canevas a servi de base à la rédaction d'une première version de ce texte, qui a été envoyée à l'ensemble des académiciens et présentée à l'assemblée plénière du 11 mars 2015. Suite aux discussions intervenues lors de cette assemblée et à diverses contributions écrites qui ont suivi, une nouvelle version, objet du présent document, a été élaborée. Elle a été approuvée par l'assemblée plénière de l'Académie le 13 mai 2015 .

ANNEXE 2 :
LISTE DES PERSONNALITÉS AUDITIONNÉES

Date	Intervenant	thème
12 septembre 2013	Marc Mortureux *Directeur de l'ANSES*	Construction et pratique de l'expertise à l'ANSES
12 octobre 2013	Jean Pierre Moatti *Directeur de l'ISP*	Analyse des risques sanitaires
Novembre 2013	Pascal Griset *Historien, professeur à U. Paris I*	Approche historique de la place de la technologie
10 décembre 2013	Alain Berthoz *Neurobiologiste, professeur honoraire au collège de France*	Technologie et cognisciences
11 février 2014	Francis Chateauraynaud *Sociologue, directeur d'études à l'EHESS*	Sociologie de la technologie
11 mars 2014	Jean-Michel Besnier *Philosophe, professeur à Sciences Po et U. Paris I*	Comment la technologie change l'Homme

28 avril 2014	René Amalberti *Médecin, président fondation FONCSI*	Le contrôle des risques
13 mai 2014	Alain Somat *Psycho-sociologue, Professeur à U. Rennes II*	Les déterminants de l'acceptation sociale des technologies
10 juin 2014	Philippe Durance *Prospectiviste, professeur au CNAM* Dominique Boullier *Sociologue, professeur à Sciences Po*	Les MOOCs (enseignements ouverts en ligne)
16 juin 2014	Nayla Farouki *Philosophe et historienne des sciences*	Philosophie des techniques
8 septembre 2014	Bernard Stiegler *Philosophe, directeur de l'IRI au Centre Pompidou*	Histoire et philosophie des techniques
6 octobre 2014 (contribution écrite)	François Jarrige *Historien, maître de conférence U. Bourgogne*	Promesses technologiques au 19e siècle
11 décembre 2014	Michel Blay *Historien et philosophe des sciences*	Technologies et société
15 janvier 2015	Marie-Christine Zelem *Sociologue, professeur U. Toulouse*	Aspect social de l'usage des technologies

ANNEXE 3 : SÉMINAIRE DES 8 ET 9 OCTOBRE 2014 SUR LE THÈME « APPROPRIATION DES TECHNOLOGIES »

SYNTHÈSE DES ATELIERS PAR YVES FARGE

Ce séminaire a constitué une étape significative dans les travaux de l'Académie sur le thème « société et technologie ». Il a été précédé d'une quinzaine d'auditions de spécialistes des différentes dimensions du sujet menées par la commission en charge de ce thème. La liste des intervenants figure en annexe.

Suite au séminaire et avec tous ces matériaux, Bernard Chevassus-au-Louis a conduit la rédaction et le débat d'un texte voté par l'Académie ayant pour titre « *Quelques réflexions de l'Académie des technologies sur la question de l'appropriation des technologies* » ; il constitue, en quelque sorte, le cadre de référence pour les futurs travaux de notre compagnie. Les résultats importants de ce séminaire doivent maintenant être largement diffusés ; l'organisation d'une « dispute » sur l'appropriation des technologies le 13 juin 2015 dans le cadre de « Futur en Seine » a été la première étape ; animée par Bernard Chevassus-au-Louis, elle a été suivie par 60 personnes attentives et intervenantes dans le débat entre Diane d'Arras, Gérald Bronner et Étienne Klein. Il conviendrait maintenant, au-delà de la diffusion du présent ouvrage, de prévoir des interventions extérieures sur ce sujet.

Le sujet traité dans le séminaire a été volontairement limité aux objets techniques (artefacts) et aux technologies du quotidien, ceux et celles utilisés directement par la plupart des habitants de notre pays. Nous nous sommes focalisés sur la France, tout en sachant la problématique assez générale, en particulier à l'ensemble des pays développés. Par ailleurs, le séminaire s'est attaché à traiter de l'appropriation des technologies et non de leur adoption ou de leur rejet ; cette volonté était cohérente avec le fait qu'un objet technique n'existe que s'il est en usage dans la société ; par ailleurs, il importait aussi de sortir du schéma linéaire des inventeurs proposant des objets techniques à la société qui les adopterait ou les refuserait. De même, la question du risque n'a été traitée qu'à la fin du séminaire car les débats autour des risques, dans notre pays, prennent rapidement une place disproportionnée ; or la plupart du temps, les technologies sont rapidement appropriées. L'histoire des technologies montre cependant que le phénomène d'appropriation est le plus souvent extrêmement complexe, avec de nombreux aller-retours et beaucoup d'usages inattendus.

La focalisation sur les technologies du quotidien a conduit naturellement au fait que des sujets importants n'ont pas été traités : les technologies génériques qui traversent l'ensemble des systèmes techniques, largement invisibles pour les usagers comme, par exemple, les microprocesseurs ou les logiciels ; les outils et technologies de production en pleine révolution et dont l'appropriation par les personnels est essentielle pour la qualité et la productivité ; ou encore les grands systèmes techniques, réseaux de transport, réseaux électriques, etc. Un autre travail serait à conduire sur ces sujets où l'individu s'efface derrière les systèmes.

Le programme du séminaire se trouve dans l'annexe 4 du présent ouvrage. La première matinée a été constituée d'exposés sur six thématiques reprises en ateliers avec les orateurs de la matinée pour approfondir chaque sujet. Puis, une deuxième série d'ateliers sur quelques sujets comme le design ou l'alimentation précédé chacun de quelques exposés liminaires par des spécialistes. Le lendemain matin, les rapporteurs ont présenté une restitution des ateliers suivis d'un focus sur « technologies et risques » par Étienne Klein puis une première synthèse par Bernard Chevassus-au-Louis mise à profit dans le document voté par l'Académie. Dans ce qui suit, l'auteur n'a pas la prétention de faire une nouvelle synthèse, mais se limite à quelques flashs sur des thèmes importants qui ont émergé en y intégrant les contributions orales lors de la séance plénière du 13 mai 2015, lors de la présentation de cette synthèse.

L'objet technique, un marqueur de l'humain

Les premiers outils connus ont au moins plus d'un million d'années et ont accompagné le développement de la lignée humaine, et, pour les préhistoriensce développement s'est fait paralllèlement à celui du langage ; l'écriture, quant à elle, nouvelle technique pour communiquer, constitue une invention très récente d'au plus 6000 ans. Le langage, outil immatériel, et les outils matériels préhistoriques, constituent donc une technique pour le premier, des objets techniques pour le second qui, comme toutes les technologies, sont des moyens et non des solutions ; nous ne parlons pas pour parler, mais pour échanger, nous utilisons les outils dans un but précis. Ces quelques remarques permettent de dépasser un débat bien trop théorique, à savoir que la technologie ne serait qu'une construction sociale. Il s'agit de la problématique traditionnelle de l'œuf et de la poule pour ce qui concerne les technologies d'aujourd'hui tout comme, d'ailleurs, celles plus anciennes comme le langage ou l'écriture. Les sociologues de la technologie ont naturellement une approche sociale de la construction des technologies ; la personne humaine, en tant qu'individu, semble la grande oubliée. Et pourtant, la création d'une part, puis l'appropriation des technologies d'autre part est le fait d'individus, vivants en société, ne cessant d'apprendre les uns des autres. Comme notre confrère Alain Berthoz le rappelait lors de son exposé du matin, les technologies sont appréhendées par le corps et les sens d'êtres humains individuels par leurs yeux qui voient, leurs oreilles qui entendent, leurs mains qui agissent, etc. Ce mouvement de vas et viens a certainement existé pour l'invention puis le déploiement de l'écriture au Moyen Orient à partir de scribes trouvant des formules répondant à leurs besoins, puis les échangeant entre eux et enfin les diffusant.

La place centrale du cerveau dans l'appropriation

Assez généralement, la technologie est considérée comme une affaire d'ingénieurs, hors du cerveau humain et assez largement hors du social. Et pourtant, c'est le cerveau qui construit les images, les sons, qui conduit la main, les mouvements, le langage, l'usage d'artefacts et leur apprentissage. Le cerveau est le pilote du corps, des émotions, de la raison, d'échanges avec les autres, de l'insertion

dans la société avec des interférences permanentes entre les différentes formes d'intelligence qu'il porte. D'une « formidable plasticité », il évolue en même temps que les artefacts dont il apprend la maîtrise ; les travaux récents, via l'IRM fonctionnelle, en apportent la preuve, par exemple avec la lecture et l'écriture ou encore les jeux vidéo. Ainsi, il y a cohabitation et interférences dans le cerveau de plusieurs représentations d'un même objet, par exemple la voiture ou le téléphone portable, phénomène bien connu du marketing. À titre d'exemple, un logement ne peut se réduire à sa seule fonctionnalité matérielle, abriter ses occupants ; il est chargé d'affects, de souvenirs, de bonheur et de malheurs, etc.

Les capacités de notre cerveau ne sont pas infinies et il convient de prendre en compte le coût cognitif de l'usage des technologies : l'apprentissage, le désapprentissage, l'obsolescence… le sollicitent en permanence. Par ailleurs, sa plasticité se réduit naturellement avec l'âge. Le coût cognitif des TIC serait particulièrement élevé, expliquant que leur apprentissage, en particulier pour les plus jeunes et les jeux vidéo, serait basé sur la recherche du plaisir, une compensation qui ne serait pas nécessairement le cas de la lecture et de l'écriture. La capacité limitée du cerveau peut l'amener à disjoncter en cas de stress majeur comme l'a exposé Bruno Revellin-Falcoz ; ce fut sans doute le cas de l'accident du vol Rio-Paris où les pilotes complètement désarçonnés ont conduit l'avion à la catastrophe. La capacité limitée du cerveau appelle donc, dans l'appropriation des technologies, à économiser son fonctionnement en évitant l'encombrement mental, en particulier par la simplicité d'usage. Le « comment ça marche » n'a pas beaucoup d'importance par rapport au « comment s'en servir ». Pour une bonne appropriation, les technologies de l'ingénieur doivent être dissimulées derrière des interfaces agréables, faciles et intuitives souvent appelées le « design d'usage » comme l'a souligné l'atelier consacré à ce sujet. Il a insisté sur le fait que la beauté de l'objet n'est pas du luxe, car le beau est toujours un plus qui aide au désir de le posséder et de se l'approprier.

De l'individuel au social

Chaque objet est entouré d'un halo symbolique et émotionnel associé aux structures psychiques profondes de chaque individu et à son imaginaire et, bien entendu, assez partagées dans les groupes humains. Sa valeur d'usage

est donc esthétique, émotionnelle, économique, sociale, sociétale, etc. Aussi observe-t-on une grande diversité des comportements et stratégies individuels et collectifs dans l'appropriation des technologies, en fonction de l'âge, du sexe, de la culture… À titre d'exemple, les différences fondamentales entre l'Europe et le Japon concernant les robots humanoïdes. Les enfants, très souvent, inventent des usages imprévus des jouets qu'ils reçoivent ; le même processus apparaît avec les technologies et l'émergence d'usages non prévus par les concepteurs qui, en retour, vont modifier ces technologies. Les exemples en sont multiples, le plus connu étant celui du téléphone dont l'inventeur, Edison, croyait qu'il ne servirait qu'à écouter les concerts donnés à Carnegie Hall à New York. Comme le cerveau humain, la société est également d'une « formidable plasticité » et ne cesse d'évoluer en même temps que les artefacts qu'elle crée et s'approprie. L'automobile en est un exemple spectaculaire, en particulier dans sa simplicité d'usage, mais aussi, bien entendu par les changements profonds qu'elle a induits dans toute la société, dans l'urbanisme par exemple ; elle ne peut non plus se réduire à ses propriétés d'usage, car elle est un signe de positionnement social, d'image de soi, de rencontres, elle doit être belle… comme le savent fort bien les constructeurs automobiles.

Les interfaces ergonomiques doivent laisser à l'utilisateur la garantie d'une certaine maîtrise de l'objet ou de la technologie. D'où l'angoisse ou la colère de l'individu lorsqu'il a le sentiment d'une perte de maîtrise ou encore de l'intrusivité de technologies invisibles comme les algorithmes qui nous tracent ou s'occupent de nous, souvent de façon abusive. En fait, les technologies alimentaires montrent toute l'ambiguïté de cette problématique ; dans ce domaine, abordé par un atelier, 78 % des produits se retrouvant dans l'assiette ont été préparés en usine ; la longueur de la chaîne du champ à l'assiette impose une large perte de maîtrise et par voie de conséquence, une grande confiance des consommateurs.

La confiance constitue donc un ingrédient indispensable à l'appropriation. Elle se bâtit de façon multiple, par les proches, le bouche-à-oreille, les réseaux sociaux ou la presse. Elle est assez fortement culturelle ; les sociétés « halo centrées », par exemple asiatiques, seraient plus rapides dans l'appropriation que les sociétés « ego centrées », plus rejetantes. Le rejet par certains de la vaccination dans ces dernières, abordé par Alice Dautry dans un des ateliers, en est une manifestation dont les conséquences peuvent être graves, par exemple dans le cas de la rougeole.

Assez classiquement, une nouvelle technologie est d'abord appropriée par des pionniers, puis son usage s'élargit plus ou moins rapidement. Il a fallu une cinquantaine d'années pour que l'automobile devienne d'un usage courant. Quelques années ont suffi pour le téléphone mobile. Dans ce dernier cas, la valeur d'usage et le coût relativement modeste ont constitué un moteur important. Sans aucun doute, l'industrie automobile n'a cessé d'apporter des améliorations à ses produits en fonction de leurs usages, mais tout cela assez lentement. Il semblerait que les nouveaux services « révolutionnaires » apportés par les TIC constituent un mode d'appropriation spécifique avec une co-construction en temps réel avec les usagers, ainsi que l'a souligné l'atelier consacré aux TIC. Le modèle classique ne s'applique plus. Cette révolution a commencé par Microsoft avec la mise à contribution de ses clients pour la mise au point finale de chaque produit avec leurs versions bêta, mais aussi les rapports reçus au fur et à mesure concernant les dysfonctionnements des versions finales, modifiées au fur et à mesure.

Les associations de malades, proactives pour la recherche et le développement des thérapies, constituent un autre exemple de cette co-construction des technologies et des processus thérapeutiques. Un autre atelier s'est penché sur cette question et, cette fois, l'intégration est encore plus forte dans la mesure où ces associations, avec le corps médical et les chercheurs, définissent les recherches à mener et les thérapies à mettre au point pour des maladies spécifiques. L'appropriation se produit avant même les résultats.

La technologie, l'impensé du politique

Ce thème, introduit le matin par François Loos, ingénieur chimiste, ancien ministre de l'industrie a été repris avec lui dans un atelier. En général, les politiques et de nombreux dirigeants méconnaissent la technologie, ayant pour la plupart une formation littéraire (souvent Sciences-po et ENA) et de mauvais souvenirs de leurs cours scientifiques (maths, physique, chimie, sciences « naturelles »). Par voie de conséquence, elle les dépasse, tout comme les processus de son appropriation ; d'ailleurs, dans leur formation, ils ont été largement formés à la gestion ou aux changements des organisations, mais très peu aux processus qui les traversent, leur métabolisme en quelque sorte. Pour la plupart, la technologie

est subalterne, de l'ordre de la domesticité, invisible et donc la plupart du temps oubliée. Elle est de l'ordre de la cuisine et pas du salon ! Elle fonctionne sans que l'on s'en occupe ! De nombreux dirigeants étrangers sont scientifiques ou ingénieurs, Mme Merkel, le premier ministre chinois ! Nos élites et nos politiques sont donc peu en mesure de voir, par exemple, les changements rapides de paradigmes associés aux TICs. Ainsi, à aucun moment, le rapport de Jean Pisani-Ferry de juin 2014, Commissaire général à la stratégie et la prospective (*Quelle France dans dix ans ? Les chantiers de la décennie*) ne la mentionne pas alors que chacun sait qu'elle est au cœur des évolutions économiques et sociales.

Ce jugement, un peu sévère, ne rend pas compte du rôle de la puissance publique dans le développement et l'appropriation de certaines technologies. Le Minitel est un bon exemple, abordé dans un groupe de travail : objet proposé gratuitement à l'époque par le DGT, direction générale des télécommunications, aux abonnés du téléphone dont l'usage s'est développé à grande vitesse, y compris le « minitel rose » usage non prévu par la DGT. Malheureusement, l'administration n'a pas vu venir internet. Au niveau des territoires, la perception de la technologie et son appropriation sembleraient plus développées.

La question du risque technologique

Ci-dessous, quelques éléments du compte rendu provisoire du groupe de travail animé par Gérald Bronner et Étienne Klein travaillant depuis quelques mois. Sans mettre ce thème au cœur du séminaire, il est paru important d'en avoir les premières conclusions, présentées par Étienne Klein le deuxième jour du séminaire.

Cette question apparaît largement surinvestie, en particulier dans les médias, au regard de la rapidité avec laquelle la très grande majorité des technologies est appropriée, y compris dans l'agroalimentaire mentionné plus haut. Bien évidemment, cette question n'est pas seulement une question d'ingénieurs et elle doit mobiliser d'autres disciplines, en particulier dans le champ des sciences humaines et sociales. Le groupe a proposé un premier classement des risques : les risques objectifs, les risques subjectifs, les incertitudes, l'ignorance, le risque gérable, le risque subi, etc.

Un risque n'est ressenti comme tel que si l'on peut imaginer des stratégies permettant de le réduire ; autrement, il devient une donnée de la condition humaine. Le changement climatique en est un exemple, il ne s'agit plus de le réduire, mais de savoir comment le gérer et, si possible, le ralentir, avec les technologies à inventer ou développer pour ce faire. En même temps, on observe un comportement contradictoire entre les risques induits par une technologie et son usage. Ainsi, les Français, dans les risques perçus, classent la voiture en premier, puis les produits alimentaires, ce qui ne semble freiner en rien l'usage qu'ils en font. La même observation avec l'explosion du nombre de téléphones mobiles et les risques que feraient courir, suivant certains, les ondes électromagnétiques. L'appropriation d'une technologie n'est donc pas antinomique du risque qu'elle peut présenter.

Et demain...

Les résultats de ce séminaire vont continuer à irriguer les différents travaux de l'Académie, en particulier sa réflexion prospective menée par le Comité des travaux sur un monde en accélération technologique continue.

Il serait souhaitable et utile que chaque commission et groupes de travail s'inspirent à leur tour des travaux du séminaire.

Il convient, avec cet ouvrage, d'en diffuser largement les résultats auprès des médias mais aussi grâce à Internet. Ce puissant outil est encore trop mal utilisé par l'Académie.

Enfin, à l'image des Belges, il serait judicieux de mener une réflexion avec nos Académies sœurs.

Le 16 juillet 2015

ANNEXE 4 :
PROGRAMME DU SÉMINAIRE ANNUEL 2014

LE SÉMINAIRE ANNUEL DES 8 ET 9 OCTOBRE 2014 A POUR THÈME GÉNÉRAL : APPROPRIATION DES TECHNOLOGIES PAR LA SOCIÉTÉ

ANIMATEURS :
BERNARD CHEVASSUS AU-LOUIS ET YVES FARGE

MERCREDI 8 OCTOBRE 2014

MATIN	**09:00-09:30**	Informations générales et objectifs du séminaire, **Gérard Roucairol**, Président de l'Académie des technologies
	09:30-09:45	Introduction au séminaire, **Yves Farge**, membre de l'Académie des technologies
	09:45-12:15	**EXPOSÉS GÉNÉRAUX**
	09:45-10:15	**Jean-Louis Migeot**, Président de l'Académie royale des sciences de Belgique : *Témoignage d'une académie sœur*
	10:15-10:45	**Pascal Griset**, professeur, Université Paris- Sorbonne : *Histoire, changements techniques, changements sociaux*
	10:45-11:15	**Alain Berthoz**, membre de l'Académie de technologies : *L'appropriation réciproque entre technologies et principes de fonctionnement du corps et du cerveau*
	11:15-11:45	**Michel Puech**, maître de conférences (philosophie), Université Paris-Sorbonne : *Pourquoi pensons-nous si mal nos relations émotionnelles et éthiques avec les objets technologiques ordinaires ?*
	11:45-12:15	**François Loos**, ancien ministre : *La technologie, l'impensé du politique et des décideurs ?*
	12:30-14:00	Déjeuner

MERCREDI 8 OCTOBRE 2014

APRÈS-MIDI

14:00-16:00 Ateliers à partir des exposés généraux de la matinée (1ère partie)
Pour cette première partie, les ateliers « exploiteraient » les exposés du matin : chaque atelier sera animé par un membre de l'Académie, avec l'orateur du matin et quelques exposés brefs seront faits par des académiciens avant un débat général entre participants à l'atelier

Thème + Animateur académicien	**En présence des intervenants de la séance du matin**	**Exposé de 10 mn sur un point spécifique**	**Exposé de 10 mn sur un point spécifique**
Histoire : changements techniques, changements sociaux Y. Farge	Pascal Griset	L'automobile Roland Vardanega	L'appropriation du Minitel Valérie Schafer
Le corps et le cerveau dans l'appréhension et usage des technologies au niveau individuel et au niveau social Bruno Revellin-Falcoz	Alain Berthoz Serge Tisseron	Les facteurs humains dans l'aviation B Revellin-Falcoz	Les technologies virtuelles : les jeux vidéo Serge Tisseron
La technologie, l'impensé du politique et des décideurs ? Claudie Haigneré	François Loos	Bernard Stiegler	
Pourquoi pensons-nous si mal nos relations émotionnelles et éthiques avec les objets technologiques ordinaires ? Etienne Klein	Michel Puech		La vaccination Alice Dautry

16:00-16:30	Pause-café

MERCREDI 8 OCTOBRE 2014

APRÈS-MIDI

16:30-18:30 Ateliers sur des sujets plus spécifiques (2ème partie)

Thème	Modérateur et spécialiste du sujet faisant l'exposé introductif
Appropriation des nouveaux services créés par les TIC	**Alain Pouyat** Dominique Boullier
Le design et l'appropriation des technologies	**Alain Cadix** Brigitte Munier-Temime Pascal Le Masson Jean-Louis Fréchin
Appropriation des technologies alimentaires par les consommateurs	**Pierre Feillet** + Pascale Hebel, directrice du département consommation au Credoc
L'appropriation des technologies médicales et les associations de malades	**Pierre-Etienne Bost** Serge Braun (AFM) Catherine Vergely (ISIS Association)

19:00-19:30 Intervention de Louis Pouzin et remise de la médaille de l'Académie par Gérard Roucairol

JEUDI 9 OCTOBRE 2014

MATIN

09:00-10:30	Restitution des ateliers par les rapporteurs
10:30-11:00	Pause

11:00-12:30 Synthèse générale :
introduction sur la question du risque, **Etienne Klein**, membre de l'Académie des technologies, et animateur du groupe de travail sur les risques
synthèse des travaux du séminaire, **Bernard Chevassus-au-Louis**, membre de l'Académie des technologies
Débat avec l'assemblée animé par **Etienne Klein**

ANNEXE 5 :
COMPTES RENDUS DES ATELIERS DU SÉMINAIRE ANNUEL D'OCTOBRE 2014
SUR L'APPROPRIATION DES TECHNOLOGIES PAR LA SOCIÉTÉ

VERSION DU 2 JUIN 2015

ANIMATEURS :
BERNARD CHEVASSUS AU-LOUIS ET YVES FARGE

Thèmes généraux

1. **Histoire : changements techniques, changements sociaux**
   Modérateur : Yves Farge - Rapporteur : Michel Laroche
2. **Le corps et le cerveau dans l'appréhension et usage des technologies au niveau individuel et au niveau social**
   Modérateur : Alain Berthoz, Bruno Revellin-Falcoz
   Rapporteur : Alain Cadix, Serge Tisseron
3. **La technologie, l'impensé du politique et des décideurs ?**
   Modérateur : Claudie Haigneré - Rapporteur : Thierry Chambolle
4. **Pourquoi pensons-nous si mal nos relations émotionnelles et éthiques avec les objets technologiques ordinaires ?**
   Modérateur : Étienne Klein - Rapporteur : Pierre Castillon

Compte rendu de l'atelier

HISTOIRE : CHANGEMENTS TECHNIQUES, CHANGEMENTS SOCIAUX

Modérateur : Yves Farge - Rapporteur : Michel Laroche

Derrière ce titre, et l'idée de tirer des leçons de l'Histoire, la grande, que nous limiterons de fait à deux petites histoires, peuvent se cacher deux axes d'analyse. Le premier serait celui de l'étude du processus et des mécanismes de l'appropriation en relation avec les réactions des utilisateurs et le second celui des effets, constatés ou recherchés, de cet appropriation sur la société qui l'a vécue.

1. Yves Farge introduit l'atelier et en précise les limites

L'appropriation des technologies, thème du séminaire. Les organisateurs ont choisi de le focaliser sur les objets techniques, artefacts et/ou avatars, utilisés au quotidien par des individus dans la société ; ils sont marqueurs de l'humain, au même titre que le langage et, d'ailleurs, ne parle-t-on pas de l'âge de pierre, de l'âge du bronze… Focalisation donc sur les usages quotidiens d'objets usuels pour éviter de centrer le débat sur les technologies extraordinaires qui, ensuite, deviendront souvent ordinaires, ou sur les technologies salvatrices « rêvées ».

Dans le séminaire, nous n'avons pas voulu parler d'adoption des technologies, qui présupposerait une société passive qui accepte ou refuse ce qui lui est proposé. L'histoire montre qu'il y a toujours une interaction dynamique entre les inventeurs, les individus et la société, que la question de savoir si l'objet technique est une construction sociale ou une invention individuelle acceptée ou refusée est de l'ordre de la problématique de l'œuf et de la poule. Il n'existe pas d'objets techniques sans sociétés, pas d'objets techniques sans inventeurs et pas non plus de sociétés sans objets techniques ; l'interaction est dynamique car l'objet technique modifie l'individu et la société en profondeur, tout comme ces derniers le modifient.

Aussi, les organisateurs vous proposent de débattre, dans une perspective historique de deux technologies qui ont profondément modifié nos sociétés,

l'automobile, d'une part dont l'usage ne cesse de s'étendre et le minitel, précurseur d'internet et des moteurs de recherche et d'en tirer des enseignements pour le présent et le futur.

Cette perspective historique est essentielle pour prendre du recul, car ces objets, pour la plupart, s'inscrivent par leurs effets sur la longue durée.

2. La grande histoire de l'automobile

Présentée par R. Vardanega, cette histoire est celle d'une histoire d'amour entre l'Homme et l'automobile. L'Homme y a trouvé une mobilité accrue en réponse à une attente forte et en final, la société s'est plus qu'adaptée, elle s'est réellement modelée autour et grâce à l'automobile.

Bien que les premiers véhicules motorisés apparaissent plus tôt (fardier de Cugnot dés 1770) ce n'est qu'à la fin du 19e siècle que naît véritablement ce produit et, très rapidement, l'industrie associée, particulièrement en France. À la fin du siècle on compte jusqu'à 600 marques en France qui représente 50 % de la production mondiale (30 000 ex en France pour 60 000 dans le monde). On atteint 500 000 voitures en 1914 et de l'ordre de 1 Md actuellement.

La réponse forte du marché a mobilisé les créateurs et inventeurs, et si la première motivation était la mobilité (plus que la vitesse) le rêve a fortement participé à la motivation. La voiture fascine, au début par l'originalité et le luxe, mais aussi par la performance et le « buzz ».

Au cœur de cette vague puissante quelques réticences émergent, associées aux risques qui apparaissent. C'est ainsi que les anglais imposent une vitesse limite et la présence d'un homme (avec drapeau rouge) en avant de toute voiture, l'Église s'y oppose à l'origine, les risques d'accidents sont mis en avant.

Mais l'appropriation reste majoritaire grâce aux efforts faits par l'industrie pour corriger les défauts pointés.

Le monde politique français accepte l'automobile et accompagne son développement. L'automobile se place ainsi au cœur de la seconde révolution industrielle. La relation avec les territoires est forte. D'une activité dispersée à l'origine (proche des marchés), elle devient concentrée et positionnée en fonction des besoins (ex : la mécanique fine).

L'appropriation passe aussi par ce que devient l'industrie automobile dans le pays. Les usines fournissent du travail. Le thème de l'automobile est un support pour la recherche et les progrès technologiques.

La question de la sécurité de ce moyen de transport a été longtemps traitée de façon secondaire car l'utilisateur, acteur de ce risque, l'accepte en échange du service retiré de ce produit. Cette situation est à comparer à celle observée dans le domaine de l'alimentation où les responsabilités sont reportées directement sur les industriels.

Les remarques de notre témoin « historien » sur la voiture :

- les succès observés du vélo, préalables à celui de la voiture, peuvent être considérés comme des prémices fortes des attentes de la société ;
- au début, l'automobile est vue comme aristocratique et romantique et fait rêver. Paradoxalement l'industrie française construit sa suprématie grâce aux modèles de luxe alors que les allemands choisissent le bas de gamme ;
- l'existence de consommateurs pionniers a eu un effet primordial dans le développement de ce produit innovant ;
- la culture doit aussi être prise en compte dans la nature des produits développés ;
- le développement de l'activité peut être (et a été) fortement affecté par les choix politiques (réglementations, partage des territoires entre les différents usages et les différents usagers…) ;
- l'auto-mobilité a façonné notre territoire (habitat individuel, centres commerciaux, villes à la campagne… ;
- citoyens *vs.* sécurité.

En résumé :

- 120 années d'une belle histoire :
  - une appropriation « par le marché » modèle du genre,
  - l'extraordinaire devenu ordinaire,
  - parfaite illustration de l'exposé de M. Puech ;
- une appropriation en deux phases :
  - une phase par le haut, après la phase des pionniers, l'automobile y est aristocratique et romantique,

- une phase par le bas, la démocratisation, après Taylor, l'automobile au cœur de la seconde révolution industrielle ;
- des facteurs de succès forts
  - la rencontre entre une aspiration à voir plus loin et une forte réponse des créateurs,
  - mais aussi le souhait de s'afficher de se réaliser, de s'autonomiser,
  - un attachement à sa voiture,
  - un accompagnement politique volontariste, développement de l'économie, adaptation de la société et aménagement des territoires ;
- la réponse à une attente forte des individus
  - l'existence de pionniers, des exploits sportifs, du buzz,
  - un impact fort sur la société,
  - l'attrait pour le vélo est un précurseur de cette appropriation généralisée,
  - l'enthousiasme apparaît sur des technologies répondant à des aspirations fortes (machines à coudre ou à laver) ;
- un effet majeur sur la société et les territoires.

3. L'histoire du Minitel

Cette seconde histoire peut sembler moins glorieuse, c'est celle du « Minitel ».

Beaucoup diront, qu'alors que Bull et IBM étaient à égalité en France en 1960, c'était une erreur d'aller vers un système fermé qui ne pouvait rivaliser avec Internet et son principe d'ouverture qui autorise créativité et liberté. Mais, à l'époque, il n'y avait pas d'Internet et beaucoup ont tenté l'aventure du « système fermé », même aux USA. Sur ce point notre témoin historien nous rappelle qu'il convient de rester prudent et de ne pas juger en fonction de ce que l'on sait aujourd'hui.

Malgré l'incapacité du Minitel à sortir de l'hexagone et bien qu'à l'opposé de celle de la voiture, l'histoire du « Minitel », est pleine d'enseignements.

Au départ il s'agit d'un projet politique. Au milieu des années 70 le « rattrapage » téléphonique est achevé et l'on s'interroge sur la suite avec deux objectifs : trouver de nouveaux usages pour le téléphone (rentabilité et croissance) d'une part et ouvrir la France et les Français aux nouvelles technologies (approche quasiment messianique).

Le « Minitel », pour « Medium interactif par numérisation d'information téléphonique », est un projet de nature top-down qui sera mené avec toutes les techniques de ce que l'on nomme maintenant la conduite du changement. Cela commence par l'adoption d'un modèle économique attractif pour l'utilisateur avec un terminal gratuit. Mais la gratuité apparente ne suffit pas. Il faut des usagers. Pour les convaincre, le CENT et la DGTT développent une approche très structurée visant à obtenir une appropriation technique et une appropriation d'usage. Des expérimentations (à la fois démonstration et *teasing*) sont menées en Ille-et-Vilaine et en région parisienne. Malgré quelques erreurs, comme le clavier alphabétique, 6 millions de terminaux sont installés (valeur réduite à 3 millions d'actifs par l'effet placard).

Malgré sa conception « fermée » à l'origine, le Minitel a permis le développement de services montrant ainsi une ouverture de fait.

En conclusion, des échanges il est reconnu que l'opération fut assez bien réussie. Le Minitel a fonctionné 30 ans pendant lesquelles 70 % des revenus ont été redistribués aux fournisseurs de contenu. L'appropriation a été large tant du côté des utilisateurs que de celui des écosystèmes qui se sont développés autour de lui. D'autres éléments facilitateurs d'appropriation ont été observés comme les controverses (le buzz), la place de l'objet dans le mobilier domestique, ou les possibilités de détournement de l'objet, qui ont participé de l'appropriation par un grand nombre.

Le système a finalement été battu par un autre plus ouvert (Internet), mais qui s'était aussi établi sur des territoires plus vastes. Le raté du Minitel c'est le non développement de son écosystème à l'international.

La comparaison avec l'histoire de l'automobile est instructive et guidera nos conclusions. La voiture a généré une appropriation créative, pas le Minitel.

4. En guise de conclusion

Si l'histoire du Minitel nous montre qu'une opération de type top down bien menée peut avoir un certain succès, elle laisse aussi entrevoir les limites d'une appropriation « forcée » et souffre de la comparaison avec l'histoire de l'automobile pour laquelle l'appropriation, même bien accompagnée et exploitée par le monde politique, a d'abord été l'affaire des utilisateurs convaincus ou

potentiels. Sa réussite trouve ses racines dans les ressorts des consommateurs en tant qu'hommes :

- satisfaire une attente forte (pas toujours exprimée, mais souvent sous-jacente) placée haut dans la pyramide de Maslow ;
- permettre leur implication personnelle ;
- l'existence de consommateurs pionniers (effet geek) ;
- la proposition (ou la vision) d'un projet en association avec le progrès technique. Veiller à l'inscription dans les territoires ;
- tenir compte de la culture du consommateur potentiel ;
- favoriser l'émergence d'éco systèmes par une structuration ouverte de l'activité créée par la nouvelle technique ;
- c'est ainsi que l'on peut mettre en parallèle le succès de l'automobile et les évolutions sociétales associées avec d'autres succès emblématiques comme la « l'habitat en maisons individuelles » ou le « TGV » qui ont modelé les modes de vie de notre société.

Compte rendu de l'atelier

LE CORPS ET LE CERVEAU DANS L'APPREHENSION ET USAGE DES TECHNOLOGIES AU NIVEAU INDIVIDIEL ET AU NIVEAU LOCAL

Modérateurs : Alain Berthoz, Bruno Revellin-Falcoz
Rapporteurs : Alain Cadix, Serge Tisseron

L'atelier s'est structuré autour de deux interventions qui ont fait débat. La première de Serge Tisseron consacrée à l'appropriation des jeux vidéo, jeux considérés comme des technologies numériques, et la seconde, de Bruno Revellin-Falcoz, portant sur le facteur humain dans la maîtrise de systèmes technologiques complexes.

Auparavant Alain Berthoz a répondu à des demandes de précisions suite à son exposé en réunion plénière le matin. Il a en particulier mis en exergue le concept de vicariance. Il suggère que soit prise en compte la diversité des comportements et stratégies individuelles dans l'appropriation des technologies, en fonction de

l'âge, du sexe, de la culture, de l'apprentissage, etc. Il s'est attardé sur le genre et la culture.

Le genre est différenciant. Ainsi, il existe des différences de traitement des problèmes liés à l'espace. Par exemple, les hommes sont meilleurs pour des tâches exigeant une rotation mentale (changement de perspective), les femmes sont meilleures pour des tâches multiples, etc. Mais il y a des recouvrements qui dépendent de l'âge, de l'éducation, etc.

Le deuxième point à intégrer est celui des différences culturelles face aux technologies. L'anthropo-technologie est une discipline essentielle, notamment pour qui conçoit des IHM. Les formes, les couleurs ont des interprétations diverses selon les cultures d'origine. Il est ainsi important pour les occidentaux de prendre en compte des modèles non occidentaux.

Intervention de Serge Tisseron

L'appropriation d'un objet nécessite que cette appropriation s'accompagne de plaisir. Dans le cas des jeux vidéo, les conditions de ce plaisir sont assurées par ce qu'on appelle le *game play*. Il s'agit d'une alternance calculée de moments de game (c'est-à-dire de périodes de jeu régulées par une règle précise, comme des combats dans lesquels à chaque coup porté à un adversaire correspond un type et une intensité de dommage) et de moments de play, c'est-à-dire de périodes de jeux dans lesquelles le joueur décide seul de ce qu'il doit faire, comme de s'engager dans une forêt ou de la contourner, de développer une compétence plutôt qu'une autre, de choisir d'accomplir une quête plutôt qu'une autre, etc.

Ce rôle du *game play*, destiné à éviter toute forme d'ennui, est complété par deux caractéristiques issues des travaux de la psychologie cognitive : la possibilité d'avoir une représentation visuelle de ses performances et de ses progrès à tout moment, et le fait que chaque réussite reçoit une « récompense », sous la forme de reconnaissance exprimée dans le jeu (par exemple : « bravo, ta compétence a augmenté »). Enfin, la possibilité de choisir ses objectifs et son parcours contribue à augmenter le plaisir du jeu par ce qu'on appelle la motivation d'innovation. Ce montage crée chez le joueur le sentiment d'être toujours intensément occupé et favorise une immersion dont il est souvent difficile de s'échapper…

Pendant une quinzaine d'années, les travaux sur les jeux vidéo ont porté sur les dangers des pratiques excessives qui constituent un vrai problème de santé publique : perte de sommeil, perturbation des résultats scolaires, accroissement des troubles de l'attention, réduction de l'empathie, imitation de la violence, risque de créations d'habitudes comportementales évoquant un phénomène d'addiction.

Serge Tisseron présente plusieurs travaux qui, aujourd'hui, insistent sur la façon dont les jeux vidéo en réseau participent d'une appropriation des technologies numériques et des changements de paradigme qui les accompagnent :

- modification dans la relation aux savoirs par le fait qu'ils privilégient souvent les décisions collaboratives dans les stratégies d'action ;
- modification dans la relation aux apprentissages (mise en jeu de l'intelligence visio-spatiale et de la mémoire de travail, aux dépens, toutefois de la mémoire événementielle) ;
- modification dans la relation à l'identité du fait de la possibilité d'utiliser plusieurs apparences pour intervenir dans le jeu (cette caractéristique ayant aujourd'hui des conséquences dans la conception de l'identité, conçue non plus comme une qualité attachée à la personne, mais comme le choix de mettre en scène une facette de soi adaptée à l'environnement dans lequel on se trouve à un moment donné) ;
- modification dans la relation à la sociabilité, chacun pouvant se rattacher à plusieurs « familles » numériques.

En même temps, et parallèlement, depuis 2009 des recherches s'intéressent à la quantification des effets possibles de la pratique des jeux vidéo (actuellement *off line*) sur diverses capacités des joueurs.

Serge Tisseron indique que la majorité des recherches ont porté sur les jeux dits FPS (*First Person Shooter*) qui sont des jeux de tir en vue subjective. Plusieurs domaines ont été explorés : l'acuité visuelle, la sensibilité aux contrastes, l'attention visuelle, la plasticité d'attention, la coordination visio-motrice, la mémoire à court terme et même la créativité. Des effets positifs sont mesurés chez des adultes après peu d'heures de jeu (dix heures de jeu réparties sur quinze jours pour la capacité attentionnelle, cinquante heures sur huit semaines pour la vision), ils sont durables, et ils n'ont pas du tout été constatés avec d'autres médias (Internet ou télévision) ou avec des jeux vidéo éducatifs.

Des recherches menées par IRM confirment ces travaux. Chez des adultes ayant joué à « Super Mario 64 », pendant deux mois, 30 minutes par jour, l'IRM a montré une augmentation de la matière grise dans l'hippocampe du côté droit, le cortex préfrontal droit et le cervelet, c'est à dire dans les régions du cerveau impliquées dans la navigation spatiale, la formation de la mémoire, la planification stratégique et la motricité fine. Ces changements étaient plus prononcés chez les participants qui avaient manifesté la plus grande envie de pratique du jeu vidéo.

Mais ces effets positifs d'un jeu de courte durée, chez des adultes, dans les domaines moteurs et visio-spatial, sont insuffisants pour compenser les aspects négatifs maintenant bien connus des pratiques excessives, malheureusement trop répandues à l'adolescence, souligne Serge TISSERON :

- le temps passé à jouer est du temps perdu pour les activités scolaires, mais aussi pour l'ensemble des activités sociales et d'extérieur malgré le gain cognitif que l'on peut mesurer dans des conditions expérimentales. Statistiquement, les performances dans les domaines scolaire et social sont inversement proportionnelles au temps passé sur les jeux vidéo ;
- l'exposition à des jeux, notamment d'action, aggrave l'état des enfants atteints de déficit de l'attention, avec ou sans hyperactivité : ils deviennent également moins attentifs dans des tâches scolaires ou sociales plus lentes ou moins stimulantes ;
- les jeux violents à contenu antisocial contribuent à réduire l'empathie, à réduire le stress associé à l'observation des comportements antisociaux et augmente le risque de confrontation violente dans le monde réel. Ces effets risquent d'augmenter au fur et à mesure que les scénarios et les mises en scène des jeux vidéo deviendront plus réalistes ;
- le fait de privilégier les interactions sensori-motrices aux dépens des interactions narratives crée des tableaux psychopathologiques qui évoquent l'addiction (même si plusieurs différences ont amené la communauté internationale à refuser d'utiliser ce mot dans ce cas précis – voir les travaux de l'Académie de médecine en mars 2012).

En conclusion, Serge Tisseron met en avant trois points.

- **Le premier point :** la capacité des jeux vidéo à mobiliser l'attention a fait envisager la création de serious games, avec des succès très mitigés.

Aujourd'hui, l'accent est plutôt mis sur la gamification de nombreuses activités. Cela signifie l'introduction dans des activités professionnelles et scolaires des recettes qui marchent dans les jeux vidéo : laisser à l'apprenant ou à l'employé le choix de son parcours et de ses moyens (c'est ce qu'on appelle la pédagogie de projets) ; favoriser une visualisation des progrès dans tous les domaines ; valoriser chaque réussite partielle par des encouragements.

- **Le deuxième point :** il existe un potentiel rééducatif en voie d'exploration dans les jeux vidéo. Des scénarios plus complexes, plus excitants, plus structurés devraient augmenter leur impact cérébral, notamment chez les personnes âgées. Les effets positifs des jeux vidéo peuvent également s'avérer pertinents dans les interventions thérapeutiques ciblant des troubles psychiatriques. Enfin, à un niveau social, la question se pose de créer des scénarios capables de contribuer positivement à l'augmentation de l'empathie pour une société meilleure. Reste à déterminer si l'on peut se passer de la violence.
- **Le troisième point :** l'appropriation des jeux vidéo par l'enfant et l'adolescent est inséparable d'un cadrage parental et d'un accompagnement. Cinq conditions doivent être respectées :
  - limiter le temps d'exposition à l'écran à tout âge, l'adolescent étant en règle générale incapable de s'autoréguler ;
  - favoriser le jeu collectif en présence réelle (console de jeu) sur le jeu solitaire et/ou en réseau ;
  - veiller au choix des jeux, faire respecter la norme PEGI (1) [1] ;
  - favoriser les échanges sur ce que le jeune fait dans ses jeux, afin de favoriser le passage de l'intelligence visio-spatiale mobilisée pendant les jeux à l'intelligence narrative mobilisée dans le récit du jeu ;
  - interroger sur les activités de création dans les jeux qui doivent être encouragées du fait de leur aspect socialisant.

[1] *Pan European Game Information* (PEGI) est un système d'évaluation européen des jeux vidéo destiné à aider les consommateurs européens à s'informer sur chaque type de jeux vidéo à l'aide de différents logos exposés sur leur boîte d'origine.

Le plus souvent, le jeune qui s'isole dans des jeux répétitifs et stéréotypés est moins coupable d'abus que victime d'une immersion trop précoce et trop massive dans les écrans (télévision dans la chambre dès 3 ans, voire avant, etc.). La prévention des abus d'écran à l'adolescence commence dès la maternelle.

Intervention de Bruno Revellin-Falcoz

Bruno Revellin Falcoz a placé son intervention sur le terrain de l'appropriation, ou plutôt de la maîtrise des systèmes technologiques dans des situations extrêmes. Pour cela il a pris l'exemple des accidents aériens sur lignes commerciales. Une étude récente en donne les principales causes.

Dans 70 % des cas, les accidents sont dus à des erreurs du personnel navigant technique (PNT), c'est-à-dire des pilotes, et dans 86 % de ces cas à ce qu'il est convenu d'appeler « un défaut de conscience de la situation ». Cela se passe majoritairement dans les phases de décollage et d'atterrissage, sur des vols longs courriers et loin de la base d'affectation de l'équipage.

Le défaut de conscience de la situation se révèle dans trois phases distinctes : la perception de la situation, sa compréhension et la décision qui s'en suit.

Le concept même de défaut de conscience est mal appréhendé par les PNT : 20 % d'entre eux ne savent pas ce que c'est ; 30 % ne le jugent pas important ; 20 % pensent même que cela n'a pas d'impact sur la sécurité des vols.

Il convient de souligner que, d'une façon générale, les facteurs humains sont mal considérés par les PNT. Ils en attribuent une large part de responsabilité aux services de ressources humaines des compagnies dont ils considèrent que les messages sont trop abstraits et théoriques.

L'étude évoquée met, par ailleurs, en exergue les « stresseurs » qui influent négativement sur la conscience des situations. Ces « stresseurs » peuvent se combiner ; leur effet cumulatif est un facteur aggravant des situations et cause d'accident. Par importance décroissante, il en est dressé une liste (seuls les premiers items sont ici repris) :

- problèmes de vie privée,
- manque de sommeil,
- problème de Cockpit Resources Management (erreurs d'interprétation d'affichage, complexité des multifonctionnalités et confusions, etc.),

- surcharge de travail,
- fatigue.

L'étude, enfin, révèle que, statistiquement, les impacts sont moins élevés pour les populations de PNT les plus aguerries, c'est-à-dire les plus anciennes, ayant le plus d'expérience.

En conclusion de son intervention, Bruno Revellin-Falcoz, après avoir rappelé l'importance décisive de la dimension humaine, cognitive, émotionnelle dans la maîtrise des systèmes technologiques, singulièrement en situation de stress, souligne que la résolution des problèmes rencontrés passe largement par une démarche collective, un travail d'équipe (ici d'équipage), ajoutant ainsi une dimension collaborative à la maîtrise de la complexité dans des situations extrêmes.

Compte rendu de l'atelier

TECHNOLOGIES, L'IMPENSÉ DU POLITIQUE ET DES DÉCIDEURS ?

Modérateur : Claudie Haigneré - Rapporteur : Thierry Chambolle

La réflexion collective s'est engagée à partir de l'intervention en plénière de François LOOS, qui a, lui-même, participé à l'atelier.

La réflexion s'est organisée autour de quatre thèmes : 1. Innovation, développement et emploi, le pensé et l'impensé ; 2. Comment compenser les excès de la démocratie d'opinion ? 3. Faut-il cibler le peuple ou les notables dans nos travaux de réflexion et de formation ? 4. Comment privilégier l'anticipation dans nos travaux ?

1. Innovation, développement et emploi, le pensé et l'impensé

Ces trois termes font partie du vocabulaire de base des politiques et ne s'inscrivent donc pas *a priori* dans l'impensé des politiques. En revanche, la contribution de la technologie aux processus qui conduisent à l'innovation, au développement

et à la création d'emploi est sans doute moins réfléchie dans la pensée des politiques et des décideurs. De même que les relations entre ces processus.

Il faut donc rappeler que :

1. l'innovation est un produit ou un service qui a trouvé un marché rentable à terme ;
2. l'innovation de rupture détruit des emplois, mais en crée d'autres de nature différente, en général plus qualifiés et à plus forte valeur ajoutée ;
3. l'innovation incrémentale est indispensable pour rester compétitif ;
4. c'est plutôt le développement effectué à partir d'innovations qui crée des emplois ;
5. le développement peut s'effectuer à partir d'innovations extérieures (ex de la Chine ou de la Corée…) même si l'innovation interne présente aussi de l'intérêt par ailleurs.

Propositions :

- poursuivre les travaux de l'Académie sur les thèmes technologies, innovation, développement et création d'emplois et les valoriser auprès des politiques ;
- accentuer la veille sur les innovations dans les autres pays et en valoriser la production à travers les réseaux publics et privés.

2. Comment compenser les excès de la démocratie d'opinion ?

En France les élus sont soumis non seulement à la pression d'élections périodiques, mais aussi à celles quotidiennes des médias : manifestations, sondages, journaux, télévisions, réseaux sociaux.

C'est celui qui a fait le plus gros buzz qui a raison. D'autres pays (dont on peut questionner le caractère démocratique) ne sont pas dans cette situation et prennent l'avantage.

Quelques propositions pour compenser ce désavantage compétitif :

1. la formation initiale scolaire et universitaire. Mais c'est un levier lourd à manœuvrer, même si un certain nombre d'actions plus ou moins expérimentales et plus ou moins étendues donnent des résultats intéressants ;

2. les outils de formation extrascolaires ou périscolaires type Universcience. Plus précisément, des besoins pressants se font sentir dans les domaines suivants : éducation aux médias (analyse critique), éducation à la culture du risque, à la culture de l'entreprise (tolérance à l'échec en cas de risque pris), à l'économie (pour l'évaluation coût /bénéfice), culture du risque et appréciation des situations d'incertitudes.

En direction des politiques et des décideurs :

3. une meilleure diffusion des productions de l'OPECST, avec lequel l'Académie entretient une relation forte ;
4. un accroissement des moyens de l'IHEST pour permettre la formation simultanée de personnes en provenance de la politique, des syndicats, des entreprises et des ONG. En particulier le développement d'une culture scientifique chez les journalistes fait cruellement défaut.

On peut attendre du non-cumul des mandats une diminution de la dispersion des élus et une augmentation de leur capacité à approfondir les questions qui leur sont soumises. De même, l'introduction d'une dose de proportionnalité peut diminuer la pression des circonscriptions sur les députés.

3. Faut-il cibler le « Peuple » ou les « Notables » dans nos travaux de réflexion et de formation ?

Si les notables politiques ou autres ne sont plus des leaders d'opinion et se contentent de refléter l'opinion publique, ne faut-il pas agir directement sur la « base ».

Quelques propositions :

- travailler directement avec les universités en s'inspirant des expériences de Belfort ou de Rennes ;
- dans les déplacements en région, réduire peut-être la part des visites techniques, malgré leur grand intérêt, et organiser des contacts avec des publics plus diversifiés ?
- voir ce que l'on peut tirer des sociétés savantes régionales et locales comme relais de notre action.

4. Comment privilégier l'anticipation dans nos travaux ?

Si les paradigmes classiques (les idées reçues) tels que :

- le risque zéro n'existe pas ;
- tout peut être expliqué, etc. ;

ne fonctionnent plus, comment et par quoi les remplacer ?

Nos travaux devraient rechercher des paradigmes nouveaux qui soient en phase avec les nouvelles réalités technologiques de même qu'avec un certain nombre d'aspirations de nos contemporains.

Propositions :

- dans les travaux des commissions être plus offensifs que défensifs ;
- veiller à ce que nos rapports comportent un aspect proactif ou prospectif ;
- nous associer à des travaux de prospective en y apportant la composante technologique.

Compte rendu de l'atelier

PENSER ET MODELISER LES RAPPPORTS ENTRE TECHNOLOGIES ET FORMES SOCIALES

Modérateur : Étienne Klein - Rapporteur : Pierre Castillon

« Pourquoi pensons-nous si mal nos relations émotionnelles et éthiques avec les objets technologiques ordinaires ? » L'atelier, présidé par Étienne Klein, a bénéficié des apports en séance du philosophe Michel Puech et d'un exposé d'Alice Dautry sur la vaccination. L'essentiel du temps a néanmoins pu être consacré à une discussion : la multiplicité des points de vue exprimés conduit à un inventaire « à la Prévert » mais instructif.

1. Une tentative de reformulation de la question posée a conduit aux deux questions :

- pensons-nous « mal » ou pensons-nous « du mal » ?
- doit-on se limiter aux objets ordinaires ?

En effet l'atelier s'est sans doute trop concentré sur l'I-phone, pas assez sur d'autres plus grands objets ou systèmes, même s'il a pu déborder sur l'automobile et la médecine. Certains auraient aimé parler du nucléaire, des OGM ou du principe de précaution.

Les avantages reconnus de l'I-phone ont été décrits : attachement émotionnel (doudou…), proximité, contact tactile, rapport au jeu, gain de liberté.

Cependant l'éloignement des antennes fixes associées fait oublier leur nécessité et les rend plus difficiles à accepter.

2. Plusieurs perceptions des relations avec les objets technologiques ont été décrites

- « Halo symbolique autour de chaque technologie ».
- « Honte prométhéenne » susceptible de décourager des vocations.
- Éthique de vie parcimonieuse très respectable, opposée aux nouveaux objets technologiques, mais décalée dans un monde de compétition économique féroce.
- Technophobie ou, en réalité, Technocratie phobie ?
- Paradoxe entre les merveilles de la technologie et un certain marasme économique, conduisant au doute.
- Rupture du numérique permettant à chacun une contribution incrémentale à l'innovation, mais l'éloignant des grands défis planétaires.
- Retour néanmoins à ces grands défis via le changement climatique, l'écosystème planétaire, l'économie circulaire.
- Peurs engendrées par un rythme perçu comme exagéré du Progrès.
- Obstacle du manque de connaissances du public, mais aussi de la peur des responsabilités.
- Impact négatif d'erreurs de conception (touche*) réparées ensuite par Apple recherchant des solutions plus émotives, connotatives.
- Inquiétude de tous ceux qui ont un « coin de conservatisme », devant la perte de leurs racines.
- Méfiance vis-à-vis de l'éloignement du pouvoir de décision.
- Rôle très néfaste d'exemples de lobbies mortifères (tabac).
- Absence de confiance dans le politique et dans l'information donnée, ou même terrain de désinformation.

3. Exposé d'Alice Dautry sur la vaccination

Cette technologie appliquée mondialement en masse avec des effets incontestés a été longtemps bien perçue, mais elle devient moins appréciée :

- par oubli des menaces qu'elle combattait pourtant efficacement à l'époque (diphtérie…), *suggérant qu'il faudrait de temps en temps une piqure de rappel à la mémoire ou un black-out pour montrer les dangers d'un réseau électrique déstabilisé* ;
- par l'individualisme s'opposant à l'acte altruiste ;
- par le rejet de solutions imposées légalement dans un domaine privé et familial ;
- par le manque de confiance dans les prescripteurs ;
- par la gestion hésitante de certaines pandémies (SRAS, H1N1) ;
- par la relation erronée établie entre vaccin Hépatite B et sclérose en plaques (allant même jusqu'à l'indemnisation…) ;
- le poids des media est bien supérieur au poids scientifique.

4. Des pistes pour l'Académie

- Chercher à préciser les conséquences réelles du numérique sur l'emploi (destruction créatrice ou non ?).
- Quel avenir pour l'objet technologique intégré au corps (transhumanisme) ?
- Technologies génératrices d'angoisse : progrès de la physique analytique et anxiogénèse…
- Incidence des technologies sur les modifications du comportement humain (Commission d'éthique).
- Aller voir ailleurs dans le Monde ! l'on y trouvera des perceptions très différentes des nôtres.
- Enfin, compte-tenu de l'apport très positif de Michel Puech à la discussion, prolonger et institutionnaliser la discussion avec un groupe de philosophes autour d'Étienne Klein (groupe qui pourrait s'appeler Groupe d'études Étienne Klein, ou GEEK…).

Thèmes spécifiques

1. **Appropriation des nouveaux services créés par les TIC**
   Modérateur : Alain Pouyat – introduction par Dominique Boullier (Sciences Po, Medialab)
2. **Le design et l'appropriation des technologies**
   Modérateur : Alain Cadix – Rapporteur : Bernard Tramier
3. **Appropriation des technologies alimentaires par les consommateurs**
   Modérateur : Pierre Feillet – Rapporteur : Pierre Lamicq
4. **L'appropriation des technologies médicales et les associations de malades**
   Modérateur : Étienne Klein - Rapporteur : Pierre Castillon

Compte rendu de l'atelier

APPROPRIATION DES NOUVEAUX SERVICES DES TIC

Modérateur : Alain Pouyat – introduction faite par Dominique Boullier (Sciences Po, Medialab)

Un mode d'adoption spécifique

Comme le rappelle d'entrée Dominique Boullier, les services TIC ne se diffusent pas selon le schéma habituel des innovations (adoption par quelques pionniers, puis conviction progressive éventuelle de publics moins aventureux, souvent parce que l'innovation est adaptée aux besoins spécifiques de certains usagers qui permettent une première production en volume) [2]. Le nouveau service résulte souvent d'une co-construction des usages et parfois du produit lui-même, parfois

[2] Voir Geoffrey Moore, *Crossing the chasm*, 1991.

parce que le « producteur » adapte son offre rapidement pour prendre en compte les réactions ou les comportements des utilisateurs, voire même, dans le cas de logiciels libres ou de systèmes ouverts ou de plates-formes, parce que certains utilisateurs complètent ou améliorent les fonctionnalités.

L'offre a une certaine plasticité, s'élabore par essais et erreurs. Même les grandes entreprises qui ont su intégrer des usagers à toutes les étapes de la conception du produit sont souvent surprises et ne peuvent prédire ce qui va être adopté. On assiste à un foisonnement de propositions, au test « à ciel ouvert » de versions b, voire a.

On assiste alors en cas de succès à une adoption rapide par des communautés d'utilisateurs producteurs, rejoints en cas de succès par des utilisateurs moins actifs, d'autant plus rapidement qu'il y a un effet de club, qui fait que le service a d'autant plus de valeur que les utilisateurs sont nombreux (réseaux sociaux, communautés…).

Ces nouveaux services sont les supports de l'économie collaborative, rendent viables des systèmes de partage en permettant un rapprochement rapide et peu coûteux de l'offre et de la demande (partage d'équipements ou d'informations, covoiturage…).

Les freins à l'appropriation

Du point de vue de l'utilisateur, le principal frein à l'appropriation d'un nouveau service est le coût cognitif des désapprentissages nécessaires. L'utilisateur avait jusqu'alors une manière de faire dans laquelle il avait acquis une certaine expertise et dextérité. La technologie alternative, même potentiellement plus efficace, lui fait perdre au moins momentanément les bénéfices de son savoir-faire (et parfois l'autorité de savoir mieux faire). Son adoption est plus facile par ceux qui, n'ayant pas encore beaucoup appris, ont moins à désapprendre.

D'une manière générale, l'adoption d'une nouvelle technologie ou d'un nouvel outil remet en cause les utilisateurs individuels. Au sein des collectifs de travail, elle induit souvent une remise en cause des procédures, voire de l'organisation générale du collectif. Elles peuvent donc apparaître menaçantes à ceux dont la position dans l'organisation devient moins assurée. Au contraire, la direction d'une entreprise peut profiter d'une nouvelle technologie pour remettre en cause

l'organisation et les procédures sans renier le passé et y voir un vecteur d'une transformation souhaitée.

Ces technologies conduisent parfois à un sentiment de perte de maîtrise. On réparait un système mécanique dont on comprenait peu ou prou le fonctionnement, tandis qu'on est condamné à « relancer » une application qui plante en espérant que le problème ne se reproduira pas et sans comprendre ce qui a provoqué la défaillance.

Si l'évolution permanente du service intéresse ses utilisateurs les plus actifs et les plus exigeants, beaucoup d'usagers préfèreraient travailler dans un environnement stable et regrettent l'absence d'un mode d'emploi (qui serait immédiatement obsolète) ; ils refusent des mises à jour de matériel ou de logiciel pour ne pas se confronter à une nouvelle obligation de désapprentissage.

Ces utilisateurs prêts à renoncer aux fonctionnalités les plus avancées se trouvent cependant rapidement pénalisés : la version de leur logiciel n'est plus compatible avec celle de leurs interlocuteurs, leur matériel ne supporte pas de nouvelles versions plus gourmandes en puissance de calcul ou en bande passante, bref il y a peu de modèles « doux » pour des usagers occasionnels qui ne cherchent pas à tout prix la course à la performance et voudraient éviter la remise en cause permanente de leurs habitudes.

Des tentatives de commercialisation d'ordinateurs ou de Smartphones dépouillés, adaptés aux technophobes ou aux personnes âgées n'ont eu qu'un succès limité car il est plus facile de créer des interfaces spécifiques sur des produits sophistiqués que leur production en grandes séries rend abordables.

Quelques sujets d'inquiétude

Même les publics technophiles ont des raisons d'être préoccupés par ces nouvelles technologies.

D'abord, l'appropriation est réciproque : j'agis sur ces nouveaux objets et les services qu'ils proposent mais je suis aussi agi par eux : les notifications de mon écran influencent mes priorités d'action. Ne pas répondre rapidement à une sollicitation devient souvent discourtois. La peur de manquer quelque chose peut perturber les usagers ayant besoin de montrer leur intégration dans leur groupe, qu'il s'agisse d'adolescents ou d'employés d'un collectif de travail. Certains usages deviennent addictifs.

Ensuite ces technologies invisibles sont parfois intrusives, du correcteur d'orthographe qui sait mieux que moi ce que je voulais écrire au navigateur qui sait ce que j'ai envie de savoir et dont il n'est pas facile de « débrayer » le modèle qu'il a de mes besoins. Ces algorithmes « s'occupent de nous » avec une bienveillance parfois intéressée, voire sans bienveillance. Les objets connectés n'ont pas toujours besoin de notre implication ni de notre assentiment pour nous rendre divers services, souvent, mais pas toujours, pour notre confort. Là encore, nous sommes orientés, incités, agis. La personnalisation des services, source d'avantages incontestables, crée une vulnérabilité de l'utilisateur, l'expose…

Cela pose également des problèmes de sécurité, chaque technologie pouvant servir des usages criminels, hostiles ou simplement trompeurs. Sait-on quel crédit accorder aux avis des utilisateurs (dont certains sont peut-être des robots habilement programmés) ? Suis-je prêt à assumer l'inconfort que suppose un usage discret des services préservant mon intimité ? Quel prix suis-je prêt à accorder à la préservation de mes données personnelles ? Quelle perte de temps suis-je prêt à subir pour me protéger des malveillances ?

L'Académie s'est-elle appropriée les TIC autant qu'elle le devrait ?

L'Académie s'est enfin interrogée sur ses propres pratiques collectives et sur l'usage qu'elle fait de ces nouvelles technologies, certains déplorant le caractère obsolète des outils collectifs utilisés, d'autres admettant être peu enclins à leur usage.

Compte rendu de l'atelier

LE DESIGN ET L'APPROPRIATION DES TECHNOLOGIES

Modérateur : Alain Cadix - Rapporteur : Bernard Tramier

Ce fut un atelier de 4 interventions de 30 minutes, interventions de qualité, mais qui n'ont pas permis un débat sur des points qui l'auraient largement mérité.

L'intervention d'ouverture d'Alain Cadix a couvert l'ensemble du thème. Elle comprenait plusieurs parties.

1. Des définitions/précisions sur les termes

- Par **technologies**, il fallait comprendre dans cet atelier les objets technologiques et non la technologie.
- Sur l'appropriation : une appropriation par le concepteur est nécessaire pour permettre l'appropriation par l'usager, même si l'appropriation n'exige pas obligatoirement l'usage. L'appropriation a le plus souvent un caractère individuel. Comment faire alors pour qu'elle soit la plus large possible, c'est-à-dire pour qu'il y ait un grand nombre d'individus qui se l'approprient ? D'où l'importance de travaux de conception en groupe. Mais l'appropriation peut parfois déboucher sur des comportements décalés et des détournements insoupçonnés pouvant aboutir à des addictions, voire à des comportements dangereux.
- Le design : c'est l'art de donner forme aux objets pour créer de la valeur : valeur d'usage, esthétique, émotionnelle, économique, sociale ou sociétale. La « forme » est alors considérée comme une structure intime, un principe d'organisation, une expression. Le concepteur doit donc prendre deux visages : l'ingénieur et le désigner. Le rôle du désigner est de dissimuler les technologies de l'ingénieur derrière des interfaces agréables.

2. Le design dans les technologies numériques

- Dans ce domaine, mais c'est également vrai dans d'autres, la fonctionnalité de l'objet ne suffit pas pour qu'il s'impose, il doit proposer une expérience de vie intense et riche, on parle alors de design d'expérience.
- Le numérique c'est à la fois de l'information et de la relation (ou de l'interaction). Il y a donc du design de l'information et du design de la relation. Le design de l'objet est ainsi indissociable du design de la relation à lui, de l'interaction avec lui.

3. Trois évolutions dues au numérique

- Dans la boucle exploration-création-concept-fabrication, le numérique permet une accélération du processus.
- Le design doit permettre à l'usager de devenir concepteur, en lui offrant la possibilité de modifier l'objet, de lui permettre d'enrichir les usages prévus, voire d'inventer des usages non prévus par le concepteur initial.
- Les usagers constituent des réseaux, créent des communautés conduisant ainsi à une appropriation de groupe. Des relations humaines sont alors instaurées par l'objet technologique, devenu objet focal. Le design doit les imaginer ou, à tout le moins, les permettre.

Le designer doit donc penser et concevoir les entrelacs des objets et de leurs usages, et permettre aux usagers d'adapter ou d'enrichir les usages que le designer a prévu, voire d'inventer des usages qu'il n'a pas imaginés.

Cette synthèse a été illustrée par trois exposés dont on retiendra plus particulièrement :

- L'importance des mythes et des imaginaires, profondément ancrés dans notre civilisation occidentale, c'est d'ailleurs également vrai dans la plupart des civilisations, ainsi que les influences culturelles et religieuses. En quoi et comment ces imaginaires peuvent-ils influer les actes de conception ?
- L'importance d'inventer des processus de conception collective.
- La notion d'adoption des technologies qui se différencie de celle d'appropriation, car il n'y a plus la notion de possession. On conserve une liberté de choix.
- Les « néo-objets » qui sont des produits, machines, systèmes, services pour lesquels la valeur d'usage dépend d'une intelligence dont est doté l'objet et qui échappe partiellement ou totalement à la conscience de l'usager.

La conclusion finale de cet atelier ne surprendra personne : **PAS DE TECHNOLOGIES SANS DESIGN**.

On pourrait penser que cela s'applique exclusivement aux objets technologiques **ayant un homme dans la boucle (consommateur, utilisateur, usager, opérateur)**, mais en y réfléchissant un peu, n'avons-nous pas tendance à mal

présenter nos technologies ce qui les rend peu attirantes ? Un effort global de design serait certainement nécessaire. Cela mériterait un grand débat. Et puis on pourrait aussi retourner l'affirmation : **PAS DE DESIGN SANS TECHNOLOGIES**.

Mais ce serait un nouveau débat.

Compte rendu de l'atelier

APPROPRIATION DES TECHNOLOGIES ALIMENTAIRES PAR LES CONSOMMATEURS

Modérateur : Pierre Feillet - Rapporteur : Pierre Lamicq

Quelques grands traits

Le débat s'est engagé autour d'une présentation par Pascale Hebel (CREDOC) des résultats de diverses enquêtes, en France et à l'étranger. Le sujet apparaît particulièrement complexe, car il est loin de se limiter à une réalité biologique, identifiable, mais mal connue du public. Le ressenti individuel dépend fortement d'aspects culturels et les comportements collectifs y ajoutent une composante sociétale.

Les dépenses pour l'alimentation sont estimées en France à 13,5 % des dépenses de consommation des ménages, mais il convient d'y ajouter 1,6 % pour les boissons alcoolisées et 5 % pour la restauration extérieure, soit un total de 20 %.

Les produits alimentaires consommés en France sont pour 70 % transformés en usine, de la simple stabilisation des produits à l'élaboration de plats cuisinés complexes, contre 50 % pour l'ensemble du monde.

Les risques alimentaires apparaissent au public comme à la fois difficilement observables et totalement inacceptables, ce qui les fait placer haut dans l'échelle des inquiétudes.

Les cultures de type bio assez prisées en France ne représentent qu'une part très faible des productions (2,1 % de la surface agricole utile en Europe).

De fortes incertitudes

Chacune des enquêtes présentées a sa rigueur propre, mais la vision générale se trouble dès qu'il s'agit d'interpréter ou de confronter les résultats.

Le vocabulaire a une grande importance : il n'est pas équivalent d'interroger sur ce qui préoccupe, ce qui inquiète ou ce qui fait peur. Les réponses sont différentes et même les hiérarchies peuvent changer.

Une partie des opinions exprimées est instable, elle peut changer en fonction des dernières informations reçues, du pouvoir de persuasion d'un orateur, de la position qu'il a soutenue, sinon de la forme de la question posée. On observe aussi un sillage des affaires fortement médiatisées, vache folle ou plus récemment viande de cheval, dont les effets s'atténuent avec le temps.

L'ignorance explique parfois des attitudes inhomogènes : les produits de boulangerie ou de boissons fermentées sont bien acceptés, alors qu'ils ont été obtenus avec des enzymes issues de microorganismes génétiquement modifiés (ce que les consommateurs ignorent) tandis que l'expression OGM est diabolisée, mais que des jambons espagnols issus de porcs nourris avec des maïs GM sont achetés sans réticences.

Il n'y a pas corrélation entre les risques ressentis et les risques quantifiés, soit en probabilité d'occurrence, soit en gravité. Le traitement par ionisation de steaks hachés pour éviter des contaminations microbiennes est refusé sans le moindre indice de nocivité, pour la seule raison qu'irradier des aliments, traitement associé aux radiations nucléaires, fait peur.

Certaines contradictions apparaissent entre des réponses : les résidus de pesticides sont placés en tête des inquiétudes, mais les aliments le plus susceptibles d'en contenir, les céréales…, semblent bien moins l'objet de méfiance que la viande ou le poisson.

Une inquiétude croissante

Dans une analyse générale des risques ressentis par les Français, l'alimentation est montée de la quatrième à la deuxième place, dépassant la pollution et les accidents nucléaires, mais restant derrière les accidents de la route. Cela semble s'accompagner d'un rejet de ce qui n'est pas naturel, et, paradoxalement cette crainte serait plutôt alimentée par les précautions prises : de simples règles d'hygiène en usine laissent penser que c'est dangereux, un dépassement mineur

de la dose déclarée acceptable provoque la crainte, alors même que la dose ne manifeste des effets délétères que si le produit incriminé est consommé de manière très répétitive pendant une longue période.

Les risques de nature chimique sont placés en tête des préoccupations par un tiers des réponses : mercure, pesticides, résidus d'antibiotiques, plastiques, nanoparticules… loin devant les OGM ou les risques biologiques, microorganismes, épizooties…

Diverses corrélations ont été étudiées, avec l'âge, le niveau de diplôme, le degré d'accès à Internet ou la proximité avec le monde rural. Elles sont significatives et positives, c'est-à-dire que l'inquiétude est croissante avec chacun de ces paramètres alors que l'on s'attendrait au contraire. La plus grande facilité d'acquisition et de compréhension d'informations ne diminue pas les craintes, mais les renforce.

Une mauvaise relation entre le public et les industriels

La méfiance est réciproque entre consommateurs et fournisseurs. Côté clients, on suspecte les producteurs de cacher des pratiques inacceptables de tous genres. De nombreuses affaires ont alimenté ce sentiment, qu'elles soient dangereuses (vache folle), de simples fraudes sans mise en danger de la santé publique (viande de cheval) ou purement fantasmatiques (Coca-Cola dans le Nord). Cela crée un risque certain de cristallisation spontanée sur les réseaux sociaux au moindre incident.

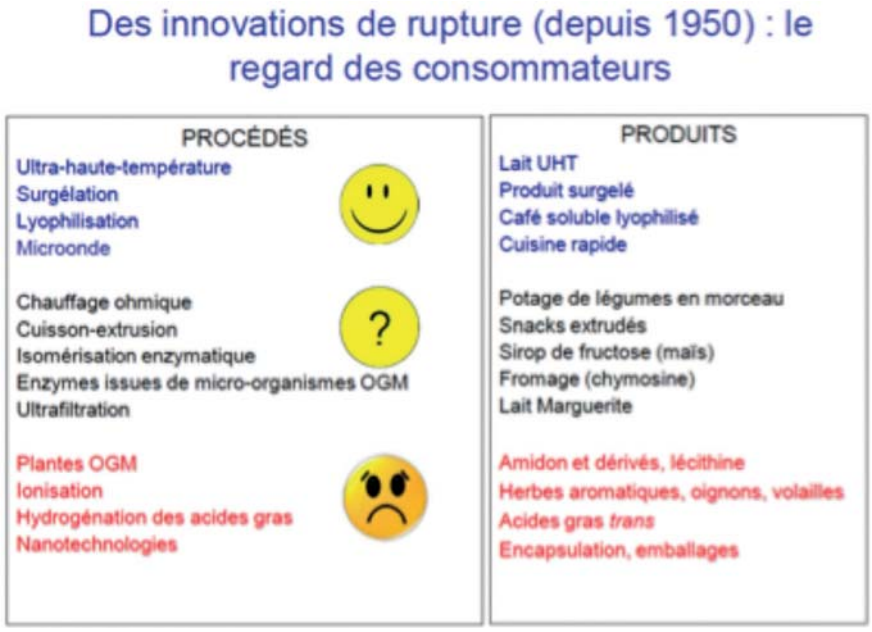
Les industriels cherchent à se protéger contre ces émotions très nocives pour leur image de marque. Ils communiquent le moins possible, sinon pas du tout, sur leurs méthodes de production ou même sur leurs progrès technologiques. Avec moins d'information disponible, le risque de fausses interprétations provoquant des contestations peut effectivement paraître plus faible. Reste à savoir si cet effet supposé à court terme ne s'inverse pas à moyen et long terme, le mutisme entretenant la méfiance.

Un modèle français plutôt traditionnel

Les préférences des Français semblent correspondre à un modèle plutôt traditionnel, convivial, familial. Les nouveautés améliorant la facilité d'emploi sont accueillies, mais sans se substituer totalement à l'existant. Le taux de pénétration

des fours micro-ondes par exemple reste nettement plus faible que celui des autres appareils ménagers.

Les principaux critères de choix sont dans l'ordre : goût et qualité, apparence, puis prix en troisième position seulement alors que c'est le premier critère dans plusieurs pays voisins dont l'Allemagne.



Le schéma ci-dessus illustre la réceptivité des consommateurs vis-à-vis des innovations de rupture qui ont marqué le système alimentaire depuis les années 1950. Certaines, ignorées du public, ne provoquent bien sûr aucune réaction (en noir).

Conclusion

L'évolution des modes d'alimentation provoque une inquiétude croissante qui peut paraître injustifiée, mais n'en existe pas moins. La perception des risques semble très éloignée de leur réalité, quand ils sont mesurables. Au-delà de réactions émotionnelles à des événements ponctuels, il est probable que les opinions sont orientées, non seulement par la classique balance avantages-inconvénients, mais aussi par des choix personnels entre différents types de risques, par des

a priori personnels ou collectifs, ou par des préférences implicites. Autant dire que la détermination des causes d'une acceptation ou d'un rejet n'est pas aisée.

L'atelier portait sur l'appropriation et a essentiellement traité des inquiétudes. Cependant, divers exemples de nouveautés bien acceptées ont été donnés : ultra-filtration du lait, lait sans lactose. Des évolutions socialement acceptables vers une agriculture à la fois productiviste et économe semblent possibles, comme des assolements et rotations de longue période, la « vaccination » des plants, la génétique, le microbiote des sols.

Le système alimentaire, celui qui contribue à notre alimentation quotidienne, continuera à évoluer, de la semence à la cuisine. Son contenu technologique ira en augmentant, provoquant peurs et inquiétudes car les consommateurs restent très attachés à ce que leur alimentation reste « naturelle ».

Compte rendu de l'atelier

L'APPROPRIATION DES TECHNOLOGIES MEDICALES ET LES ASSOCIATIONS DE MALADES

Modérateur : Pierre-Étienne Bost - Rapporteur : Anne Flury-Hérard

Nous avons accueilli, dans notre atelier, Serge Braun, Directeur scientifique de l'AFM – Association française contre les myopathies –, Catherine Vergely, Présidente d'une association de parents d'enfants souffrant de cancers, ainsi qu'Aline Cerf, doctorante travaillant sur les nanotechnologies.

Pourquoi poser la question de l'appropriation dans le domaine des technologies médicales ? Globalement, la médecine d'hier s'appuyait sur un examen clinique et divers examens associés, s'intéressant à l'état du patient à un moment donné, pour poser un diagnostic et mettre en œuvre un traitement. Aujourd'hui, avec l'ensemble des technologies médicales, dont la plupart ont été bien acceptées, il y a deux enjeux forts : la banalisation de la connaissance du génome individuel et des cartes métaboliques et fonctionnelles. Cela pose la question de l'accès à l'identité de chacun et à son devenir, notamment par le biais des biomarqueurs permettant de connaitre les susceptibilités à développer telle ou telle pathologie. Cet apport

des technologies médicales est donc, malgré tout, source de questionnements en matière de choix stratégiques, d'économie, de règlement et d'approche socio-culturelle. Ainsi, dans des pays en voie de développement, la carence en iode est une réalité médicale. Il avait été proposé de mettre en place un apport d'iode par le biais de l'eau. Cette proposition a été rejetée faute d'être passée par les bons canaux culturels – marabouts, chefs de villages.

Au-delà des choix stratégiques, il y a aussi les acteurs, les personnes clés, les ressources. C'est dans ce domaine qu'interviennent les associations.

Serge Braun nous a donc parlé de l'AFM, très connue grâce au Téléthon, qui s'est d'emblée positionnée comme un acteur de la recherche, de l'innovation thérapeutique et du soin, en partant de deux constats :

- en 1987, lors du premier Téléthon, il y avait peu de connaissances sur les maladies rares, peu de recherche et pas d'accompagnement des patients et des familles ;
- les maladies sont rares si elles sont prises isolément, mais en les prenant dans leur ensemble, elles concernent trente millions de personnes en Europe et 3 à 4 % des naissances ;

Sur cette base, l'AFM a fait un certain nombre de choix stratégiques :

- être opérateur de recherches : si l'association soutient la recherche, elle possède également son propre laboratoire ;
- inclure l'ensemble des maladies rares : l'AFM est partie du principe que les maladies rares – comme le Fanconi – pouvait être un modèle pour des pathologies plus fréquentes. En cela, elle s'appuyait sur des données que l'on possédait déjà, en particulier pour des mécanismes biologiques comme la réparation de l'ADN.

L'association a également fait deux paris – osés pour l'époque : la compréhension de la génétique – ce qui était assez logique puisque la plupart de ces maladies sont héréditaires – et l'innovation technologique.

L'innovation technologique a porté sur plusieurs aspects :

- la carte du génome humain : avec les moyens technologiques de l'époque, il fallait dix ans pour séquencer un gène. Il y en avait sept mille identifiés. Grâce à cette innovation technologique, la première carte du génome humain a été réalisée en quelques années ;

- la thérapie génique, avec la création d'un centre de production propre : c'est la première fois qu'une association était considérée comme un établissement pharmaceutique. Il a fallu, pour obtenir cela, faire évoluer le cadre réglementaire ;
- la création du bioparc du Génopole d'Evry.

L'un des objectifs de cette association très active est aujourd'hui de faire évoluer son modèle économique. Si l'aspect associatif et le financement par dons est important, les relations avec les industriels le sont aussi, car on constate aujourd'hui que les frontières entre pathologies tendent à s'effacer. Ainsi, on passe de plus en plus d'un modèle développant un traitement pour une maladie à un modèle dans lequel un ensemble de caractéristiques génétiques et fonctionnelles conduisent à un type de traitement.

Le deuxième modèle d'association que nous avons évoqué est celui d'ISIS – association de parents et d'enfants traités en oncopédiatrie. Celle-ci est davantage centrée sur les aspects éthiques et relationnels entre patients et soignants. La question soulevée par Catherine Vergely est celle de l'appropriation des technologies par les patients.

Lorsque ce sont de jeunes enfants qui sont traités, le patient et sa famille doivent d'abord s'approprier le diagnostic et le traitement proposé. Le plus important dans ce contexte est l'appropriation du résultat plutôt que de la technologie elle-même, avec des difficultés réelles de compréhension de ce qui est fait et de ses conséquences sur la vie quotidienne.

La médecine évolue considérablement et est aujourd'hui plus ciblée. De nouvelles thérapies cellulaires et génétiques peuvent être proposées aux patients, avec une appropriation parfois difficile de ces nouveaux types de traitements. L'association a donc un rôle essentiel d'interface entre les soignants, les patients et les familles. Elle est à la fois un traducteur-interprète, pour expliquer les mots et le sens des choses, mais également un guichet. Les inquiétudes vis-à-vis du futur pour les patients et les familles portent :

- sur l'éthique : comment garantir l'accès à toutes les informations collectées qui restent, grâce au numérique, disponibles en permanence et en toute occasion ? N'y a-t-il pas un risque de discrimination dans le futur ?
- sur l'éducation, tant des citoyens que des soignants ;
- sur l'intégration des familles dans les instances décisionnaires.

Il faut considérer les malades comme des partenaires intelligents et comme des acteurs de leur maladie.

Pour ce qui est de l'évolution et du futur de l'appropriation, il s'agit surtout de questions d'interface entre le scientifique, le réglementaire et le sociétal. Aujourd'hui, les grands freins dans le développement se trouvent autour :

- du rapport bénéfice/risque, qui est aujourd'hui très déséquilibré, puisqu'on se trouve dans une logique de sécurité absolue, empêchant certains protocoles nouveaux d'arriver en phase clinique ;
- de l'économie et de la santé publique : aujourd'hui, les associations de patients sont moins associées aux décisions et l'on peut se demander si les choix en termes de santé publique seraient les mêmes avec la prise en compte de la parole de ces associations. Par ailleurs, pour avancer dans une démarche thérapeutique, il faut pouvoir procéder à des screenings – c'est-à-dire une série d'examens particuliers assez coûteux – sur des populations importantes. Aline Cerf nous a expliqué que de plus en plus de patients appellent pour demander à s'inclure dans des protocoles de recherche clinique.

Nous avons conclu sur de nouvelles applications auxquelles il allait falloir réfléchir. Nous avons évoqué notamment :

- le séquençage à haut débit et la réduction des coûts d'accès à ces données qui pourraient être individuelles ;
- les questions relatives à l'autodiagnostic et aux objets permettant de suivre en temps réel un certain nombre de paramètres médicaux : comment les valider ? quel sens leur donner ? pour quelle prise en charge ?
- l'appropriation dans des pays ayant des socles socioculturels différents, notamment les PVD. Nous avons souligné que certaines ONG, comme Médecins sans frontières, font des efforts pour la prise en charge de maladies négligées. Mais reste en suspens la question des personnes ressources pour permettre l'appropriation dans des modes culturels différents.

La conclusion est que l'acceptation des technologies médicales passe par le partage entre acteurs. Il convient d'identifier, de la manière la plus exhaustive possible, l'ensemble des acteurs susceptibles d'en être les vecteurs.

Synthèse PROVISOIRE (PR 15-04-15)

Les huit ateliers ont tous apporté des exemples concrets et analysés à l'appropriation des technologies. Si l'on essaye d'en extraire des préoccupations générales – qui pourraient évoluer en « recommandations » – on peut mettre en avant trois catégories.

1. Le rôle constaté des communautés d'utilisateurs

Le processus d'appropriation dépasse l'approche individuelle. De façon informelle les individus recherchent le contact de leurs semblables pour utiliser les technologies. On assiste à la constitution de **communautés d'utilisateurs** puis éventuellement de groupes formalisés.

Ces comportements sont en particulier à l'exercice en ce qui **concerne les TIC** (mais pas seulement). De véritables réseaux se constituent – par exemple pour améliorer le design (de l'objet, de l'interface utilisateur) ou pour inventer de nouveaux usages.

Le rôle de communautés d'utilisateurs formalisées ou non est **essentiel dans la diffusion des nouveaux objets techniques et des nouvelles technologies**. Les TIC, de par l'état de performances qu'elles atteignent (et accroîtront) sont porteuses de ruptures dans comportements sociaux : si l'on extrapole, on a en germe de nouvelles formes sociales – par exemple **la perspective d'une puissance inédite pour l'économie collaborative**.

D'une manière fondamentalement semblable, on voit que l'approche des technologies par des collectifs d'utilisateurs et non plus par des organisations hiérarchiques est la voie vers la **meilleure maîtrise de la sécurité** – une question mise en relief par l'utilisation des systèmes technologiques complexes.

Le rôle régulateur des Etats doit être mis en éveil : la culture « collaborative » est là et s'approfondit. Il faut éviter qu'elle ne fasse s'effondrer les équilibres au sein de la société : besoins de réglementations mais de souplesse. De beaux jours pour les politiques !

2. Mobiliser et moderniser les activités de « formation »

L'apparition de fractures sociales est un corollaire inévitable du développement des technologies – de la possibilité ou l'impossibilité de les pratiquer ; risques de mal l'utiliser au prix de dommages sanitaires (risques d'accidents physiques ou mentaux chez les utilisateurs). Fracture économique, certes mais surtout fracture d'information et de formation.

Les études du domaine « Société et Technologies » ont atteint déjà un degré de maturité certain. On doit souhaiter qu'elles nourrissent des présentations permettant **d'influencer les décisions des politiques et des décideurs**. Exemples d'objectifs : mieux faire prendre en compte les processus sociaux pesant sur la diffusion des technologies ; affiner le sentiment des évolutions d'avenir (par la meilleure mise à jour de la prospective) ; plus pratiquement : mieux faire saisir les liaisons entre innovations technologiques et évolution de l'emploi.

La pédagogie et la psychologie doivent aussi être recrutées ; **l'action sur les jeunes générations** est rendue difficile par ses capacités de précipitation et manque de recul – elle n'en est que plus indispensable. Les études de psychologie très approfondies disponibles sur l'effet des jeux vidéo fournissent des guides à populariser et pointent la **nécessité de mettre un encadrement à l'œuvre**. Des opérations comme celles d'Universcience ou comme l'IHEST, originale par son mélange des cultures, doivent être vigoureusement développées.

3. Apprécier à leur juste place les réticences sociales

Que les citoyens, bien adaptés à leur vie, éprouvent des réticences devant un certain nombre d'innovations ne peut pas surprendre. On décèle :

- des réflexes de **peur de l'individu** d'être « dérangé » (peur du changement), de rejet des intrusions (l'agroalimentaire qui modifie mon assiette).
- de **critique personnelle de l'évolution de la société :** pourquoi l'hyperconsommation ? pourquoi des nouveautés si souvent ?
- de **perte de confiance (ou même méfiance) vis-à-vis des « responsables »** (politiques, medias, industriels).

Ces attitudes émotives résultent parfois en controverses qui s'avancent sous des causes-prétextes. Pour les désamorcer, on ne voit que : dépenser du temps, des efforts d'identification des préoccupations individuelles, des compensations… Il est à noter que ce terrain émotif nourrit lui aussi les idées d'économies alternatives déjà rencontrées à propos de la constitution de communautés d'utilisateurs.

La recherche psychosociologique doit être poursuivie…

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 : //laboutique.edpsciences.fr/). 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 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
29. Les Académies d'agriculture, des sciences et des technologies demandent de restaurer la liberté de recherche sur les plantes génétiquement modifiées – mars 2014
30. La réglementation thermique 2012, la réglementation bâtiment responsable 2020 et le climat – novembre 2014
31. Les réseaux de chaleur – décembre 2014
32. Les enjeux stratégiques de la fabrication additive – juin 2015
33. Sur la loi relative à la "transition énergétique pour une croissante verte" – juin 2015

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
20. Renaissance de l'industrie : construire des écosystèmes compétitifs fondés sur la confiance et favorisant l'innovation - juillet 2014
21. Le Méthane : d'où vient-il et quel est son impact sur le climat ? – novembre 2014
22. Biologies blanches et biologie de synthèse – mai 2015
23. Impact des TIC sur la consommation d'Énergie à travers le monde (à paraître, 2015)

COMMUNICATIONS À 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 changement climatique :
   - 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

3. Pour une politique audacieuse de recherche, développement et d'innovation de la France – juillet 2004
4. *Les TIC : un enjeu économique et sociétal pour la France – juillet 2005
5. *Perspectives de l'énergie solaire en France – juillet 2008
6. *Des relations entre entreprise et recherche extérieure – octobre 2008
7. *Prospective sur l'énergie au XXIe siècle, synthèse de la Commission énergie et environnement, version française et anglaise, réactualisation – octobre 2008
8. *L'énergie hydro-électrique et l'énergie éolienne – janvier 2009
9. *Les Biocarburants – février 2010
10. *PME, technologies et développement – mars 2010.
11. *Biotechnologies et environnement – avril 2010
12. *Des bons usages du Principe de précaution – février 2011
13. L'exploration des réserves françaises d'hydrocarbures de roche mère (gaz et huile de schiste) – mai 2011
14. *Les ruptures technologiques et l'innovation – février 2012
15. *Risques liés aux nanoparticules manufacturées – février 2012
16. *Alimentation, innovation et consommateurs – juin 2012
17. Vers une technologie de la conscience – juin 2012
18. Les produits chimiques au quotidien – septembre 2012
19. Profiter des ruptures technologiques pour gagner en compétitivité et en capacité d'innovation – novembre 2012 (à paraître)
20. Dynamiser l'innovation par la recherche et la technologie – novembre 2012
21. La technologie, école d'intelligence innovante. Pour une introduction au lycée dans les filières de l'enseignement général – octobre 2012 (à paraître)
22. Renaissance de l'industrie : recueil d'analyses spécifiques – juillet 2014
23. Réflexions sur la robotique militaire – février 2015
24. Le rôle de la technologie et de la pratique dans l'enseignement de l'informatique (à paraître, 2015)

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. Actes de la journée en mémoire de Pierre Faurre et Jacques-Louis Lions, membres fondateurs de l'Académie des technologies, sur les thèmes de l'informatique et de l'automatique – 9 avril 2002 avec le concours du CNES
2. Actes de la séance sur "Les technologies spatiales aujourd'hui et demain" en hommage à Hubert Curien, membre fondateur de l'Académie des technologies – 15 septembre 2005
3. 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
9. Quel avenir pour les biocarburants aéronautiques ? – rapport commun avec l'Académie de l'air et de l'espace – juillet 2015