

Académie des technologies

---

# L'enseignement de l'informatique

---

Communication présentée à l'Académie  
le 14 mai 2014

Imprimé en France  
ISBN : 978-2-7598-1933-1

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1<sup>er</sup> 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

# SOMMAIRE

- 01 Introduction**
- 03 Informatique : modèles et systèmes**
- 05 Importance de la technologie**
- 07 Informatique : L'école de l'expérimentation**
- 09 Nouvelles formes d'enseignement et informatique**
- 11 Conclusion**
- 13 Membres du groupe de travail**
- 15 Publications de l'Académie**



# INTRODUCTION

Cette courte contribution fait suite à plusieurs rapports sur l'enseignement de l'informatique, dont celui de « *Informatics Europe & ACM* » et, plus récemment, le rapport de l'Académie des sciences, « *L'enseignement de l'informatique en France – Il est urgent de ne plus attendre* ». Ces deux rapports posent le cadre du débat avec quelques affirmations auxquelles la commission TIC de l'Académie des technologies ne peut qu'adhérer. Citons, à titre d'exemple, trois idées principales extraites du rapport de l'Académie des sciences :

- ▶ la route vers le monde numérique repose sur les progrès conjoints de la science et de la technique informatiques ;
- ▶ la science informatique est devenue une discipline autonome avec ses formes de pensée et ses résultats propres ;
- ▶ Il y a quelque chose de faux dans la manière dont nous enseignons l'informatique, et encore plus, dans le fait que souvent nous ne l'enseignons pas.

La commission TIC s'est réunie pour discuter sur l'enseignement de l'informatique, du primaire jusqu'au supérieur, et souhaite proposer un complément à ces rapports, pour apporter quelques éclairages sur l'importance de la technologie dans l'enseignement de l'informatique et plus généralement sur la finalité de

l'informatique dans notre société moderne, ce qui éclaire également la façon dont il faut l'enseigner. Notre position est que la technologie, en tant que relation entre la technique et les usages, joue un rôle fondamental en informatique, et donc doit naturellement être intégrée dans son enseignement.

Nous allons développer cet argument en quatre parties. Le premier chapitre traite de l'importance des modèles et de la vision systémique en informatique. Cette importance peut se lire de deux façons : à la fois l'importance d'enseigner la modélisation et les concepts de la systémique dans l'enseignement de l'informatique, mais également comme une raison de promouvoir l'enseignement de l'informatique car c'est une « école d'apprentissage des systèmes », un besoin fondamental du 21<sup>e</sup> siècle. Le chapitre 2 revient sur l'importance de la technologie dans l'apprentissage en informatique, dans la relation intime entre le concept et sa mise en œuvre, entre l'outil et l'intelligence qui se développe par la pratique. Un enseignement informatique, pour être utile, doit s'intéresser aux technologies du moment et il doit, par conséquent, être vivant et se renouveler en permanence. Le chapitre 3 approfondit le rôle de la pratique et de l'expérimentation dans l'enseignement de l'informatique. La pratique informatique est essentielle pour acquérir des compétences fondamentales qui vont au-delà de la science informatique. Le dernier chapitre évoque, brièvement et pour mémoire, car ce n'est pas l'objet de ce document, l'irruption des technologies informatiques dans l'enseignement, en particulier les MOOC, ces cours participatifs « en ligne » qui connaissent une forte popularité.

## Chapitre 1

# INFORMATIQUE : MODÈLES ET SYSTÈMES

Dans le monde complexe qui est le nôtre, la modélisation est essentielle pour réussir dans la plupart des activités. C'est évidemment vrai pour la science, mais c'est également le cas pour l'activité industrielle, puisque l'amélioration continue et la mesure reposent sur la modélisation. L'enseignement de l'informatique, dans un sens large qui inclut la notion de système d'information, c'est-à-dire qui inclut les usages et les utilisateurs, peut et doit contribuer au développement des capacités de modélisation des élèves.

La modélisation d'un système d'information, en prenant comme exemple des cas faussement simples tels que le système d'information d'une classe, d'une bibliothèque ou d'une école, est un exercice très riche où apparaissent des notions fondamentales comme les données, les informations, les modèles, les services et les processus. Ce passage du logiciel au système d'information donne des nouvelles dimensions à l'architecture informatique, il faut donc veiller à ce que les programmes d'enseignement de l'informatique ne se détournent pas du domaine du système d'information au prétexte que celui-ci serait « uniquement un sujet appliqué ».

L'enseignement de l'informatique doit s'intéresser aux données, à leur sémantique et aux nombreuses questions relatives à leurs usages : volume, pérennité, respect de la vie privée et de la propriété, distribution, copie, etc. Comme nous l'a dit Henri Verdier lors d'une intervention auprès de la commission sur le *Big Data*

« *data is the new code* », ce qui signifie que la primauté de l'algorithme dans le développement informatique est remis en question par les nouvelles façons de développer des systèmes, en se concentrant en premier lieu sur la nature et la richesse des données. Dans l'entreprise, les problèmes les plus fréquents sont souvent des problèmes de sémantique et de modèle, plus que des problèmes d'algorithme. Il ne convient pas non plus d'opposer l'importance des données avec celle de la logique et des algorithmes, mais d'élargir le champ conceptuel de ce qu'est un logiciel.

La pratique de l'informatique, confrontée au monde réel, s'appuie sur la modélisation et sur la connaissance de la machine ; elle apporte des concepts qui sont utiles à toutes les disciplines. Notre préconisation est donc double : renforcer l'attention donnée à la modélisation dans l'enseignement informatique et ne pas réduire sa finalité à la science informatique elle-même. L'informatique offre une opportunité de dépasser l'enfermement des disciplines, dans les deux sens, par exemple en faisant des cours de physique sur la technologie informatique.



## Chapitre 2

# IMPORTANCE DE LA TECHNOLOGIE

Dans le monde informatique, on innove, le plus souvent, en faisant, en réalisant un programme, un logiciel, un système ; la maîtrise de l'outil crée l'intuition. C'est vrai de façon générale, mais c'est particulièrement vrai en informatique et c'est également de plus en plus vrai, à cause de la complexité des outils et des problèmes que nous souhaitons traiter. C'est ce qui fait dire à notre confrère Étienne Klein : « Autrefois, l'ingénieur était capable de dire ce qu'il allait faire, parce qu'il jouait sur des déterminismes qu'il maîtrisait... Aujourd'hui, on essaie d'abord puis on regarde le résultat : l'ingénieur ne sait pas à l'avance ce qu'il va obtenir ». Il ne s'agit pas pour autant d'expérimentation aveugle : la démarche scientifique, tout comme celle de l'ingénieur, repose sur la formulation d'hypothèses et sur la modélisation. Mais le rôle de l'outil devient plus important. Dans le monde informatique, on peut prendre trois domaines en exemple : le *Big Data*, la programmation distribuée du Web ou, encore, le développement d'interfaces utilisateur pour les applications mobiles. Dans ces trois cas, l'expérience montre que les innovations naissent de multiples expériences et d'un niveau élevé de maîtrise des outils qui n'est rendu possible que par une pratique assidue. Autrement dit, un enseignement informatique dans ces domaines – qui sont, aujourd'hui, parmi les plus productifs – se doit d'être en pointe sur les outils et la façon de les utiliser – par exemple

HTML5<sup>1</sup>. Un bon enseignement informatique est fondé sur l'expérimentation, nécessaire pour appréhender la dimension technologique, c'est-à-dire la relation entre la technique et les usages.

Mettre les usages en avant consiste à reconnaître que l'informatique n'est pas une science désincarnée. Les usages sont liés à la culture et il y a forcément une part de subjectivité dans leur étude. Il faut donc mettre l'usage en avant dès le début de l'enseignement de l'informatique, dès l'école primaire, puis dans l'ensemble du cursus : collège, lycée, enseignement supérieur. D'une part, s'appuyer sur l'usage permet un enseignement plus concret et plus engageant, dans la philosophie mise en avant par *La main à la pâte*. D'autre part, il force dès le départ à considérer le domaine informatique dans une acceptation large, ce qui semble essentiel à notre commission pour former les futurs utilisateurs et concepteurs de systèmes complexes, ce qui demande l'intégration de l'informatique avec de nombreuses autres disciplines. Ainsi, les outils et applications numériques ne créent de la valeur que par l'interaction avec leurs utilisateurs ; les aspects sensoriels, en particulier la visualisation, font partie intégrante de l'expérience numérique et exigent cette approche pluridisciplinaire, dans la pratique comme dans l'enseignement.

Ce dernier point nous semble fondamental : l'informatique joue un rôle transverse d'intégration. Cette contribution essentielle à l'activité humaine du 21<sup>e</sup> siècle exige que la science informatique ne soit pas restreinte à une vision logicielle et matérielle, mais embrasse une ambition systémique. Ceci s'inscrit dans une progression. L'informatique a toujours eu comme objectif la modélisation et l'automatisation, mais il s'agissait autrefois de fonctions, tandis qu'il s'agit aujourd'hui de systèmes. L'intégration des acteurs humains dans ces systèmes, notamment au moyen des interfaces homme-machine, doit constituer une des dimensions essentielles de l'enseignement informatique.

<sup>1</sup> HTML5 est un langage de programmation documenté permettant, notamment, de créer et de maintenir des pages Web. Ce langage est aussi sous-jacent aux logiciels de traitement de texte.

## Chapitre 3

# INFORMATIQUE : L'ÉCOLE DE L'EXPÉRIMENTATION

Le rapport de l'Académie des sciences et le rapport « *Informatics Europe & ACM* » insistent sur la différence entre la pratique numérique et l'informatique : « Tous les citoyens doivent recevoir une éducation numérique (*digital literacy*) et informatique (*informatics*) ». L'importance de la technologie que nous venons de souligner dans la section précédente ne signifie pas qu'il faille assimiler l'informatique avec l'usage des outils informatiques, un point clé avec lequel nous sommes évidemment en accord avec les précédents rapports. Ce qu'on apprend avec les outils informatiques est d'une autre nature, d'une applicabilité beaucoup plus vaste. Pratiquer l'informatique est une école de pensée et une école de vie, c'est pour cela qu'il faut commencer tôt, dès le primaire. La question de l'obsolescence des outils, qui se pose différemment à l'école et à l'université, ne doit pas être éludée, mais n'est pas une raison suffisante pour se contenter d'un enseignement conceptuel.

L'informatique à l'école primaire permet de faire de l'explicitation de « petits problèmes pratiques », tels que ranger, trier... elle permet également de comprendre et manipuler des concepts tels que les entiers et les opérations élémentaires. L'informatique apprend à décomposer des opérations complexes en opérations simples et à les intégrer dans un tout cohérent. C'est une « école de pensée » dans le sens où elle développe les étapes principales de toute activité scientifique ou manufacturière : formuler, modéliser, développer, tester, valider. Comprendre ces étapes et les pratiquer nous semble une contribution essentielle à l'enseignement,

qui commence au primaire, mais se poursuit jusqu'aux études supérieures. En particulier, les étapes fondamentales de test et de validation permettent d'introduire les notions d'erreurs, de risque et de qualité, qui doivent faire partie de la culture générale de nos concitoyens. Il y a un lien direct avec la question de l'acceptabilité sociétale des grands systèmes complexes et de leurs risques associés.

Pratiquer l'informatique est aussi une école pour développer et comprendre l'abstraction. Elle n'est pas la seule discipline qui contribue à développer cette capacité, puisque Henri Poincaré disait : « La mathématique est l'art de donner le même nom à des choses différentes », mais elle le fait de sa manière propre et concrète, qui se prête bien à l'apprentissage par l'action. Les américains insistent beaucoup sur cette forme d'apprentissage *Learning by doing*, qui correspond à notre proverbe ancien « c'est en forgeant qu'on devient forgeron ». Nous pourrions d'ailleurs citer ici Jean Piaget, qui a été parmi les premiers à insister sur les apprentissages par l'action et l'activité sensorimotrice chez les enfants. C'est pour cela qu'il faut favoriser l'expérimentation et la réalisation de projets. L'apprentissage par l'expérience se prête bien à une démarche collective, mettant en valeur la collaboration. Il y a beaucoup à apprendre de la mise au point incrémentale, du cycle d'essais et de détection d'erreurs. La science pédagogique a montré que la pratique est, pour les enfants comme pour les adultes, fondamentale pour assimiler des réalités et des concepts complexes.

Plus généralement, et ceci ne nous semble pas assez souligné dans le rapport de l'Académie des sciences, l'informatique est une école pour apprendre la systémique. Nous vivons dans une époque de complexité des systèmes, les élèves comme les citoyens doivent donc comprendre comment décrire, modéliser et évaluer un système. L'informatique est un outil formidable pour créer et manipuler des systèmes. Pour illustrer ce point, on peut citer le célèbre « jeu de la bière » (*The Beer Distribution Game*<sup>2</sup>), un jeu de rôle informatique développé au MIT pour faire comprendre à des étudiants les principes d'équilibre stochastique dans un réseau de distribution. Il est possible d'enseigner le sujet à partir de la théorie des files d'attente (et c'est même souhaitable), mais la puissance de l'expérimentation grâce aux outils informatiques est attestée par des décennies d'expériences qui permettent aux participants de développer une meilleure connaissance du sujet.

<sup>2</sup> Voir par exemple [supplychain.mit.edu/supply-chain-games/beer-game/](http://supplychain.mit.edu/supply-chain-games/beer-game/)

## *Chapitre 4*

# NOUVELLES FORMES D'ENSEIGNEMENT ET INFORMATIQUE

Pour terminer cette note, il nous semble important de souligner la nécessité de remettre en cause de façon continue les méthodes pédagogiques et d'inventer pour l'informatique, au moment où il est question de définir le programme d'une agrégation d'informatique, des approches qui renouvellent l'enseignement très conceptuel qui est habituel en France. Ce que nous venons de dire dans les deux précédentes sections est une invitation à concevoir un enseignement plus pratique, ce qui change les modalités du contrôle des connaissances et renforce l'importance des projets et du travail en groupe au détriment des épreuves écrites individuelles.

Ceci nous conduit au sujet fort vaste de l'informatisation de l'enseignement, qui n'est pas le sujet de cette note puisqu'il déborde le cadre de l'informatique, mais qui lui est fort évidemment connexe. Il faudrait, par exemple, aborder la question des MOOC (cours en lignes ouverts et massifs). L'existence des MOOC va changer en profondeur de nombreux aspects du système éducatif, puisque leur efficacité est avérée et qu'ils permettent l'accès à des contenus pédagogiques de qualité au plus grand nombre, qu'il s'agisse de zones géographiques ou de catégories socio-professionnelles. Le MOOC n'est pas un simple « cours filmé en ligne », il construit un réseau social d'étudiants qui s'apprennent les uns aux autres, grâce à un corpus d'exercices d'application et de solutions et explications qui s'enrichissent progressivement grâce à ce réseau. Le succès des MOOC est déjà constaté, on

peut prendre l'exemple de la « *Khan Academy*<sup>3</sup> » pour s'en convaincre. Ces cours de mathématiques font partie de la culture pédagogique aux États-Unis. Les professeurs d'université les utilisent en les proposant à leurs élèves pour s'assurer de l'acquisition de concepts et techniques (simples) en mathématiques : ces cours en lignes ont acquis leur place au milieu des références bibliographiques. L'utilisation des MOOC ne remplace pas l'enseignement traditionnel, mais il le modifie. On voit apparaître, par exemple à *Stanford*, une pratique dans laquelle l'enseignement vidéo en ligne correspond à la première étape (les étudiants sont appelés à écouter la conférence en ligne et à réaliser les exercices associés avant de venir en cours) et le cours devient un lieu d'échange et d'approfondissement interactif. La place et le rôle des MOOC font débat ; il ne s'agit pas ici de prendre parti mais de souligner que cette question est connexe avec l'enseignement de l'informatique.

Nous ne pensons pas, au sein de la commission TIC, que ces méthodes d'enseignement « en ligne » soient universelles. Certaines acquisitions se font plus facilement dans le cadre d'une relation incarnée, un dialogue entre l'enseignant et l'élève. En revanche, l'existence de ces techniques nouvelles est une formidable opportunité d'utiliser la ressource rare que constitue le dialogue face-à-face entre l'élève et son professeur pour ce qui produit la plus grande valeur ajoutée et d'utiliser des méthodes alternatives pour le reste. C'est très clairement la voie qu'ont choisi les « *Colleges* » et universités américaines, y compris pour des pragmatiques raisons financières, car le modèle économique américain du « *College* » est menacé par des coûts qui augmentent trop vite par rapport aux moyens des foyers américains.

<sup>3</sup> Voir <https://www.khanacademy.org/>

## CONCLUSION

Cette note se veut être un ajout constructif au document de l'Académie des sciences, avec lequel nous partageons une grande partie des constats et des propositions. Notre ajout porte sur le rôle de la technologie et de la pratique dans l'enseignement de l'informatique. Pour résumer, on peut dire que cette note enrichit le rapport de l'Académie des sciences en insistant sur l'importance de l'éducation aux pratiques et aux usages numériques. Nous ne trouvons pas dans la séparation entre « science informatique » et « pratique » une création de valeur, mais plutôt le risque d'un appauvrissement et d'une plus grande difficulté à enseigner précisément les concepts de l'informatique, ceux qui servent à irriguer toutes les formes de l'innovation contemporaine, qu'elle soit scientifique, technique ou sociétale. Une partie des critiques que la « communauté des acteurs du numérique » porte sur l'enseignement informatique actuel touche à la trop grande segmentation et spécialisation des domaines de connaissance. Donner un socle pratique fondé sur les projets et l'apprentissage collaboratif est une façon de répondre à ces objections.

Cette contribution s'inscrit également dans la continuité de la communication à l'Académie des technologies, datée du 29 octobre 2012, intitulée *La technologie, école d'intelligence innovante*. La proposition d'introduire un enseignement de

technologie à tous les niveaux de l'enseignement général nous semble la meilleure que l'on puisse faire pour lutter contre la désaffection des jeunes pour la science et la technologie, leur donner le goût de faire et leur ouvrir le chemin de l'innovation.



## MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL

### Membres de l'Académie

Yves Caseau,  
*animateur du groupe*  
Michel Frybourg

Gérard Roucairol  
Gérard Sabah  
Christian Saguez

### Personnalités extérieures à l'Académie

Laurent Gouzènes  
Claude Kirchner  
Maurice Nivat

Jacques Prinz  
Michel Volle



## PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE

Les travaux de l'Académie des technologies sont l'objet de publications réparties en quatre collections<sup>1</sup> :

- ▶ 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.

<sup>1</sup> - 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](http://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](http://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 croissance 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 (version anglaise du numéro 13)
17. \*Energy Efficiency in Buildings and Housing – novembre 2012 (version anglaise du numéro 11)
18. \*Les grands systèmes socio-techniques / Large Socio-Technical Systems – ouvrage bilingue, juillet 2013
19. \*Première contribution de l'Académie des technologies au débat national sur l'énergie / First contribution of the national academy of technologies of France to the national debate on the Future of energies supply – ouvrage bilingue, juillet 2013
20. \*Renaissance de l'industrie : construire des écosystèmes compétitifs fondés sur la confiance et favorisant l'innovation - juillet 2014
21. \*Le Méthane : d'où vient-il et quel est son impact sur le climat? – novembre 2014
22. \*Biologies blanches et biologie de synthèse – mai 2015
23. \*Impact des TIC sur la consommation d'Énergie à travers le monde – novembre, 2015

### **COMMUNICATIONS À L'ACADÉMIE**

1. \*Prospective sur l'énergie au XXI<sup>e</sup> siècle, synthèse de la Commission énergie et environnement – avril 2004, MàJ décembre 2004
2. Rapports sectoriels dans le cadre de la Commission énergie et environnement

et changement climatique :

- 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<sub>2</sub> – mars 2005
  - Les filières nucléaires aujourd'hui et demain – mars 2005
  - Énergie hydraulique et énergie éolienne – novembre 2005
  - La séquestration du CO<sub>2</sub> – 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 XXI<sup>e</sup> 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 – novembre 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 xxi<sup>e</sup> 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 Faure 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 ? – juillet 2015