

| | |
|--|----|
| › Préface de Hubert Curien..... | 1 |
| › Avant-propos de Christian Ngô | 2 |
| › Sommaire de l'ouvrage | 6 |
| Chapitre 1 | |
| › Innovation : les nouvelles règles du jeu | 9 |
| Chapitre 2 | |
| › Biologie, biotechnologies et santé | 11 |
| Chapitre 3 | |
| › Agroalimentaire..... | 13 |
| Chapitre 4 | |
| › Énergie | 15 |
| Chapitre 5 | |
| › Transports | 17 |
| Chapitre 6 | |
| › Environnement | 19 |
| Chapitre 7 | |
| › Matériaux et procédés | 21 |
| Chapitre 8 | |
| › Technologies de l'information et de la communication | 23 |
| Chapitre 9 | |
| › Gestion des connaissances | 25 |
| Chapitre 10 | |
| › Risques et société | 27 |

Dans son introduction, Christian Ngô, délégué général de l'association Écrin, nous rappelle la vocation de cette institution créée il y a une trentaine d'années à l'initiative concertée du Centre national de la recherche scientifique et du Commissariat à l'énergie atomique. Écrin n'a jamais déçu ni ses fondateurs, ni son public de chercheurs, d'ingénieurs et de décideurs. C'est un lieu privilégié de rencontres, d'échanges et d'anticipations.

L'ouvrage qui vous est présenté ici traite des sujets qui sont au centre des réflexions des clubs d'Écrin. On y trouve de très convaincantes illustrations de la pluridisciplinarité maintenant intrinsèque aux activités de la recherche et de la technologie.

Les démarches innovantes étaient naguère linéaires dans leur enchaînement : « recherche fondamentale, recherche appliquée, développement, production, distribution ». Les besoins, les souhaits et les craintes de la société d'aujourd'hui conduisent maintenant à de très fréquentes boucles entre les termes de cette séquence. Des boucles en rétroaction comme en proaction : le sport du saut hardi en avant et du regard prudent en arrière est devenu une composante importante des arts et métiers.

Le paysage du monde d'aujourd'hui nous conduit aussi, tout naturellement, à reconsidérer les modes d'enseignement à tous les niveaux. La formation des ingénieurs, tout en gardant sa rigueur scientifique, doit comporter une plus grande convivialité avec le milieu industriel : les écoles ont fait de grands pas dans ce sens. Les enseignements primaire et secondaire doivent également s'adapter, en donnant aux élèves le goût d'observer puis d'analyser, d'écouter puis de choisir, de donner libre cours à leur curiosité pour participer pleinement aux avancées matérielles et intellectuelles, qu'elles soient patentes ou encore latentes.

La lecture de cet ouvrage est instructive et roborative. Je vous la recommande sans réserve.

Hubert Curien

Ministre de la Recherche
Membre de l'Académie des sciences

› Qui est Écrin ?

L'association Écrin (Échange et coordination recherche-industrie), dont les membres fondateurs sont le CEA (Commissariat à l'énergie atomique) et le CNRS (Centre national de la recherche scientifique), favorise les échanges entre les laboratoires de recherche et l'industrie. Ses adhérents, issus de ces deux mondes, participent, dans le cadre de clubs thématiques, à des travaux sur des sujets d'intérêt commun. L'objectif est de favoriser l'innovation en confrontant chercheurs, ingénieurs et décideurs auxquels se joignent des représentants des ministères. Par ces échanges, Écrin permet aux laboratoires de valoriser les résultats des chercheurs et aux industriels de trouver le laboratoire pertinent pour résoudre leurs problèmes du moment ou préparer l'avenir. Le travail commun de personnes issues de spécialités et de cultures différentes est une source d'enrichissement mutuel et conduit à des améliorations ou des innovations profitables à notre économie. Les clubs d'Écrin permettent de faire émerger de nouvelles problématiques, d'identifier de nouvelles pistes, d'anticiper des problèmes auxquels recherche et industrie peuvent mieux se préparer, de faire des propositions concrètes pour initier des réflexions, au niveau national ou européen.

Les thématiques abordées à Écrin sont : l'agroalimentaire ; la biologie, les biotechnologies et la santé ; l'énergie ; l'environnement ; les matériaux et les procédés ; l'organisation et la société ; les risques ; les technologies pour l'information et la communication ; les transports. L'approche est toujours transversale et va au-delà des aspects purement technologiques. Les clubs abordent, dans chacune de leurs études, la prospective, les aspects économiques, l'impact sur l'environnement et la santé et, lorsque c'est nécessaire, l'acceptabilité par la société.

› Pourquoi ce livre ?

Il nous a paru important de communiquer le fruit du travail mené dans le cadre de ces échanges entre recherche et industrie dans un livre, qui pourrait être le point de départ d'études plus approfondies dans le domaine des technologies du futur. Outil de réflexion plutôt qu'encyclopédie, cet ouvrage s'adresse à tous ceux qui désirent comprendre les véritables enjeux stratégiques de notre société. Étudiants, enseignants, chercheurs et décideurs y trouveront une approche transversale et prospective des technologies actuelles ainsi que de celles qui se préparent.

L'évolution du contexte externe peut présenter un danger, qui parfois se concrétise, et rien n'est jamais acquis. Ceci plaide en faveur de réflexions, à l'échelle la plus large possible pour dégager les grandes tendances et identifier les signaux faibles qui pourront être importants demain. Et ce livre présente quelques réflexions dans ce sens. Il s'agit de faire très modestement le point sur quelques sujets, plutôt que d'avoir une approche

exhaustive, et de réfléchir sur les futurs possibles. Cet ouvrage est une synthèse qui donne à partager avec un plus large public le résultat de quelques réflexions visant à se projeter dans l'avenir avec les connaissances du moment.

Innovation : les nouvelles règles du jeu. L'innovation est, dans tous les domaines, source de progrès et de création de richesse et d'emplois pour autant qu'elle soit acceptée par la société. Pour cette raison, il ne faut innover ni trop tôt, ni trop tard. Le monde évolue très vite et il est facile de se laisser dépasser, d'autant plus que la compétition est maintenant internationale ! Il faut donc être créatif, mais pas seulement en recherche ou en technologie. Il faut être bien informé du contexte et anticiper les évolutions. Pour une entreprise, ce ne sont souvent pas les concurrents directs et bien identifiés qui sont les plus dangereux, mais ceux qui peuvent créer une révolution d'usage. Citons, pour illustrer ceci, l'apparition des calculatrices numériques qui ont remplacé les règles à calcul, ou la photo numérique qui prend peu à peu la place de la photo argentique traditionnelle. À chaque révolution, il y a des gagnants et des perdants. Pour gagner, il importe de savoir s'adapter rapidement afin d'anticiper ces révolutions en identifiant les signaux qui les révèlent. En technologie, l'innovation peut avoir plusieurs origines. Elle peut naître de nouveaux résultats de recherche. Certains seront de véritables ruptures technologiques, d'autres, et c'est la majorité des cas, des améliorations qui permettront de diminuer les coûts, d'accroître les possibilités ou d'apporter de nouvelles fonctionnalités. L'innovation n'a pas pour seule source la recherche ou la technologie. Elle peut résulter de l'imagination personnelle ou de l'organisation. De plus, les contraintes imposées par l'extérieur sont aussi source d'innovation. C'est le cas, par exemple, lorsque, pour des raisons environnementales, on impose de ne plus permettre telle pratique ou de ne plus utiliser tel produit. Comme il se doit, le premier chapitre est consacré à l'innovation. Depuis une vingtaine d'années, le contexte et les conditions de l'innovation se sont profondément modifiés, notamment par le biais de la mondialisation et par celui des technologies de l'information et de la communication. Nous faisons le point sur les nouvelles règles du jeu qui se sont mises en place et sur les nouvelles tendances.

Biologie, biotechnologies et santé. Les sciences du vivant prennent de plus en plus d'importance dans le monde moderne. Les technologies et le traitement numérique de l'information sont au cœur de ce sujet en plein développement. Il faut arriver à comprendre l'évolution des systèmes vivants, complexes par nature, qui ne peuvent s'expliquer par la seule somme des parties qui les constituent. Pour la santé, il s'agit de mieux voir (imagerie médicale), mieux soigner et mieux réparer. Cette demande, de plus en plus pressante de la part de la société, doit se faire aux coûts les plus bas, rapidement, sans pour autant nuire à la qualité. Le deuxième chapitre, consacré à la biologie, aux biotechnologies et à la santé, aborde quelques aspects de ce large domaine.

Agroalimentaire. Les sciences du vivant concernent aussi notre alimentation. Bien que la nourriture n'ait jamais été aussi diversifiée et sûre qu'aujourd'hui, le consommateur est de plus en plus exigeant. Des problèmes récents, qui ont eu des conséquences dramatiques comme l'épidémie de la vache folle, sont là pour nous rappeler que le risque zéro n'existe pas et qu'il faut être vigilant à chaque étape de la filière alimentaire. Ces questions sont, entre autres, abordées dans le troisième chapitre.

Énergie et transport. L'énergie est indispensable à la vie et au développement économique. Notre civilisation, dont les fondements énergétiques s'appuient sur les combustibles fossiles (pétrole, gaz et charbon), doit préparer l'avenir car ces ressources s'épuisent alors que les besoins de l'humanité en matière d'énergie augmentent. Les principaux usages — production d'électricité, de chaleur et transports — demandent des solutions nouvelles sur lesquelles il convient de réfléchir. La technologie n'est pas seule en cause et il faut prendre en compte les aspirations et les besoins de la société. Ces sujets sont examinés dans les quatrième et cinquième chapitres.

Environnement. L'impact des activités de l'homme sur la nature est de plus en plus visible. Aussi, l'environnement, traité dans le sixième chapitre, est une préoccupation de plus en plus forte des pays développés. Les pollutions, qui sont pendant longtemps restées locales ou régionales, touchent maintenant l'ensemble de la planète comme c'est le cas pour les gaz à effet de serre. Les sols, l'air et l'eau peuvent être pollués et devenir hostiles à l'homme si certaines de ses pratiques ne sont pas modifiées ou améliorées. Les déchets, en constante augmentation, doivent être harmonieusement gérés. Mais toute préservation de l'environnement a un prix et il faut bien identifier, en termes de coût et de bénéfice, les mesures qui peuvent apporter les solutions optimales.

Matériaux et procédés. Tous les objets qui nous entourent sont constitués de matériaux. Ils sont au cœur de notre vie et indispensables au développement des technologies. Les progrès dans ce domaine nous offrent de nouvelles fonctionnalités et diminuent les coûts. Les matériaux et les procédés sont examinés dans le septième chapitre. Nous avons essentiellement abordé les traitements de surfaces qui confèrent aux matériaux de nouvelles propriétés dans leurs interactions avec le milieu extérieur.

Technologies de l'information et de la communication. Les technologies de l'information et de la communication ont révolutionné la société. On trouve maintenant des composants électroniques dans beaucoup d'objets de la vie courante. Pour simplifier notre vie, nous faisons des machines de plus en plus complexes, ce qui nécessite des puissances de traitement de l'information de plus en plus grandes. La baisse fantastique des coûts des circuits intégrés a permis de diffuser plus largement ces technologies. Il y a ainsi plus d'électronique embarquée dans les voitures fabriquées actuellement que dans les premiers avions Airbus. Le huitième chapitre présente quelques aspects de ce sujet.

Gestion des connaissances. La gestion des connaissances (*knowledge management*) est un sujet important pour l'ensemble des acteurs de notre société et nécessite une étude très approfondie. Elle englobe différents aspects : préservation de l'information avec la possibilité de la retrouver rapidement, augmentation de l'efficacité de l'entreprise, meilleure gestion des ressources humaines, etc. Si les technologies de l'information et de la communication sont une aide précieuse dans ce domaine, elles sont loin de suffire. Le neuvième chapitre fait le point sur le sujet et présente quelques perspectives.

Risques et société. Nous vivons dans une société qui souhaite diminuer le risque et même le faire disparaître (on parle de risque zéro). C'est bien sûr impossible et le risque sera toujours présent dans les activités humaines, même si on peut le réduire en adoptant des mesures appropriées à chaque situation. Cette diminution du risque dans les pays développés pousse d'ailleurs certains à en prendre dans le cadre de leurs loisirs. Le « principe de précaution » destiné à prévenir les risques peut devenir lui-même un risque s'il est mal interprété. Risques et société sont donc intimement liés et font l'objet du dernier chapitre.

› **Hommage et remerciements**

J'exprime au nom d'Écrin et du mien nos remerciements à nos membres fondateurs, le CEA et le CNRS, qui, depuis de nombreuses années, soutiennent sans faillir le travail de l'association. Je remercie également Monsieur le Ministre Hubert Curien, à l'origine des premiers clubs Crin qui ont servi de terreau à la mise en place d'Écrin, pour nous avoir fait l'honneur de préfacer ce livre. Nous avons malheureusement appris son décès brutal avant que ce livre soit imprimé. Nous voudrions lui dédier cet ouvrage et rendre hommage à ce grand scientifique, à cet organisateur hors pair et au ministre qui tout au long de sa carrière a été avant tout un bâtisseur. Ce livre n'aurait pu voir le jour sans le travail efficace de tous ses auteurs ainsi que de ceux qui nous ont prodigué leurs conseils lors de la rédaction ou de la relecture des différents chapitres. Leurs noms et leurs appartenances montrent l'extrême richesse et la diversité des spécialistes impliqués. Enfin, je ne saurais oublier le personnel d'Écrin, et tout particulièrement le groupe de communication et de valorisation, pour l'aide qu'il a apportée lors de ce travail. Cette œuvre collective montre, par la diversité des sujets abordés et des opinions présentées, la richesse et la vitalité des activités menées par notre association.

Christian Ngô

Délégué général d'Écrin

| | |
|---|-----|
| Innovation : les nouvelles règles du jeu | 13 |
| › Le processus d'innovation : du modèle linéaire aux systèmes nationaux d'innovation | 15 |
| › Le nouveau cadre de référence de l'innovation | 20 |
| › L'implication de la société | 31 |
| Biologie, biotechnologies et santé | 39 |
| › Les technologies clés du XXI ^e siècle | 41 |
| › Santé et biotechnologie : un environnement médical en profonde mutation | 56 |
| › Biotechnologies végétales et santé des plantes | 66 |
| Agroalimentaire | 77 |
| › Les évolutions technologiques | 78 |
| › La sécurité alimentaire | 84 |
| › Nutrition et santé | 96 |
| › Agroalimentaire et développement durable | 99 |
| › Conclusion | 100 |
| Énergie | 101 |
| › L'offre et la demande énergétiques | 102 |
| › Le rôle et l'importance de l'énergie | 103 |
| › Les énergies fossiles | 104 |
| › L'énergie nucléaire de fission | 108 |
| › La fusion thermonucléaire | 113 |
| › Les énergies renouvelables | 113 |
| › L'hydrogène : vecteur énergétique | 123 |
| › Le stockage de l'énergie | 126 |

| | |
|---|-----|
| › Le transport de l'énergie | 130 |
| › Mieux utiliser la chaleur à basse température | 132 |
| › L'impact sur l'environnement et la santé | 133 |
| › Conclusion | 134 |
| Transports | 139 |
| › Une demande de mobilité de plus en plus grande | 140 |
| › Transport et société | 142 |
| › Transport et énergie | 146 |
| › Quelles technologies et quels carburants pour demain? | 147 |
| › Les risques | 156 |
| › L'impact sur l'environnement et la santé | 157 |
| › Conclusion | 159 |
| Environnement | 161 |
| › Maîtriser la pollution : pourquoi? comment? | 162 |
| › Caractériser et maîtriser la dégradation des milieux | 165 |
| › Réduire les nuisances des activités humaines | 184 |
| › Le rôle de la recherche en environnement | 200 |
| Matériaux et procédés | 203 |
| › Les tendances | 204 |
| › Les nanomatériaux | 210 |
| › Le traitement des surfaces | 213 |
| › Tribologie et matériaux | 227 |
| › Vers de nouvelles sources de lumière | 230 |
| › Conclusion | 232 |

| | |
|---|-----|
| Technologies de l'information et de la communication | 233 |
| › Les télécommunications | 237 |
| › Microélectronique et informatique | 262 |
| › TIC et société | 291 |
| Gestion des connaissances | 297 |
| › Les technologies de la gestion des connaissances | 299 |
| › La gestion des connaissances dans la vie de l'entreprise | 309 |
| › La société de la connaissance | 316 |
| Risques et société | 321 |
| › Le risque au centre du débat | 323 |
| › Les accidents et leurs conséquences | 325 |
| › De l'importance de bien se comprendre | 330 |
| › Sur la nature des risques | 334 |
| › Les risques et leur gestion | 338 |
| › Les attitudes face aux risques | 342 |
| › Conclusion | 345 |
| Index | 347 |



Innovation : les nouvelles règles du jeu

L'innovation est au cœur du développement économique des sociétés modernes. Depuis les années 1980, avec la montée en puissance de la mondialisation de l'économie notamment, ce processus doit faire face à une mutation globale. De fait, l'émergence des citoyens comme nouveaux acteurs du processus d'innovation bouleversera probablement les modes de gouvernance de demain.

Coordinatrice

Catherine Côme
(Écrin, CNRS)

Auteurs

Philippe Bourgeois
(Minefi)

Catherine Côme
(Écrin, CNRS)



Catherine Côme ^
01 42 79 51 06
come@ecrin.asso.fr

Ingénieur CNRS, titulaire d'un DESS en politique culturelle, Catherine Côme a été responsable de la veille presse au cabinet de Jean-Marie Rausch, ministre maire de Metz (1989-1990), puis responsable de la communication et des relations extérieures de l'Institut de l'information scientifique et technique du CNRS (1990-2000). Chargée de mission à Écrin depuis 2001, elle anime des groupes de travail et coordonne des projets dans les domaines de la prospective, du développement durable et de l'intelligence économique.

Le processus d'innovation : du modèle linéaire aux systèmes nationaux d'innovation

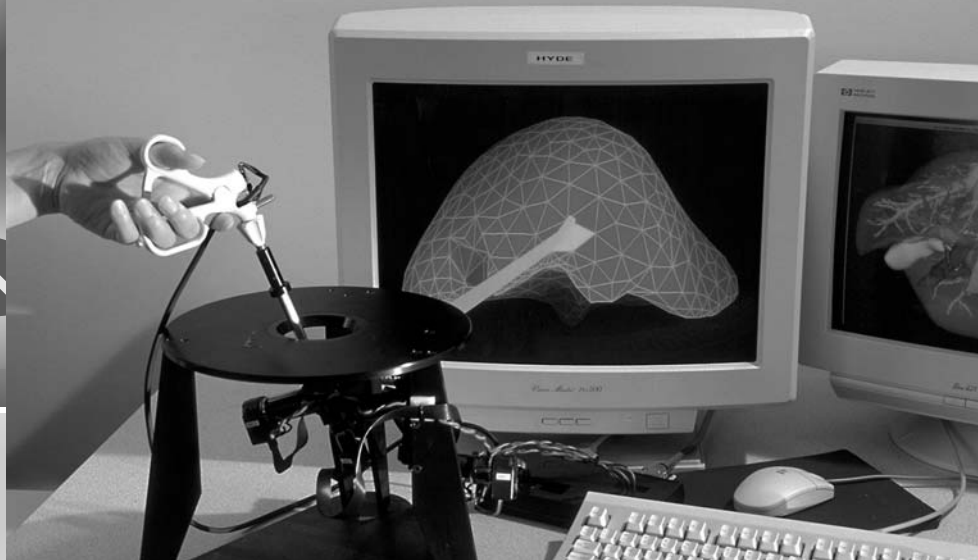
- › Le modèle linéaire d'innovation
- › Le modèle de liaison en chaîne
- › Les systèmes nationaux d'innovation

Le nouveau cadre de référence de l'innovation

- › Le contexte renouvelé de la R et D industrielle
- › Le retour des territoires : les *clusters*
- › Les nouveaux défis de la propriété intellectuelle

L'implication de la société

- › Perception des risques globaux et remise en cause de l'expertise scientifique
- › L'innovation technologique et organisationnelle au service du développement durable
- › Une lente appropriation socioculturelle de l'innovation
- › L'usage, nouveau terreau de l'innovation dans le domaine des technologies de l'information



Biologie, biotechnologies et santé

Les sciences du vivant occupent une place privilégiée dans le monde de la science et des applications industrielles. Elles constituent sans aucun doute la stratégie du troisième millénaire. En effet, le développement et l'intégration des technologies issues du vivant sont et seront de plus en plus impliqués dans les problématiques socioéconomiques des prochaines années. Santé de l'homme et santé des plantes sont les deux exemples développés dans ce chapitre.

Coordinatrice

Françoise Xavier
(Écrin, CNRS)

Auteurs

François Chatelain
(CEA)

Yves Chupeau (Inra)

Gérard Dine (École
centrale de Paris)

François Iris
(Bio-Modeling
Systems)

Pierre Ricci (Inra)

Dominique Von Euw
(Écrin, CNRS)

Françoise Xavier
(Écrin, CNRS)



Françoise Xavier ^
01 42 79 51 08
xavier@ecrin.asso.fr

Françoise Xavier possède un doctorat ès sciences en physiologie et est directrice de recherche au CNRS. Après avoir effectué ses recherches pendant 25 ans à l'ENS-Ulm, elle a dirigé des équipes à l'Inra puis de nouveau à l'ENS, dans le cadre de la recréation d'une unité Inserm. Depuis 2005, elle développe des projets de recherche entre biologistes et mathématiciens à l'École centrale de Paris. Parallèlement et depuis plus de 10 ans, Françoise Xavier crée et facilite en amont les relations entre la recherche et les entreprises au sein de l'association Écrin, en mettant en place et en coordonnant des actions et des groupes de travail reconnus pour leur qualité scientifique. Elle assure, actuellement, la direction de l'équipe Écrin *Biologie, biotechnologies et santé*, à laquelle vient d'être confiée, par la direction du groupement d'intérêt public Agence nationale de la recherche, l'animation scientifique et le suivi des projets du réseau *Innovation biotechnologie*.

Les technologies clés du XXI^e siècle

- › La miniaturisation : biopuces et nanotechnologies
- › L'imagerie médicale
- › Les modèles physiologiques intégrés et leurs applications

Santé et biotechnologie : un environnement médical en profonde mutation

- › Quelques exemples actuels
- › Quelques éléments de réflexion pour l'avenir
- › Conclusion

Biotechnologies végétales et santé des plantes

- › Historique et évolutions récentes
- › Transgénèse végétale et résistance des plantes : quelques stratégies
- › Quel futur pour les biotechnologies dans le domaine de la santé des plantes ?



© Inra / J. Weber



© Inra / A. Beguey

Agroalimentaire

Depuis les années 1950, la recherche agronomique provoque une véritable révolution des techniques dans le domaine de l'agriculture et de l'alimentation. Parallèlement, le consommateur désire une alimentation de plus en plus sûre et de qualité, tout en exigeant un meilleur respect de l'environnement. La société impose de nouvelles contraintes qui demandent à la recherche une adaptation constante.

Auteur

Anna Rocca
(Écrin, CNRS)

Co-auteur (allergies alimentaires)

Sophie Frémont
(centre hospitalo-
universitaire
de Nancy)



Anna Rocca ^
01 42 79 50 96
rocca@ecrin.asso.fr

Anna Rocca possède un doctorat ès sciences en immunologie et est chargée de recherche au CNRS. Ses activités de recherches ont principalement porté sur l'étude de certaines pathologies liées au système immunitaire par des méthodes de biologie cellulaire et moléculaire. En 2001, elle a rejoint l'équipe d'Écrin où il lui a été confié le secteur agroalimentaire. Dans les groupes de travail mis en place, *Emballages alimentaires* et *Allergies alimentaires*, ont été abordés à la fois les aspects innovations technologiques, mais également les problèmes de sécurité des aliments. Un nouveau groupe de travail concernant la nutrition et la santé a été créé récemment.

Contributeurs

Delphine Achour-
Carbonell (Inra)
Jean-Jacques Bimbenet
(Inra, Ensia)
Marielle Bouix (Ensia)
Tristan Corring (Inra)
Elisabeth Dumoulin (Inra,
Ensia)
Catherine Esnouf (Inra)
Alexandre Feigenbaum
(Inra)
Hervé Lafforgue
(Danone-Vitapole)
Sylvain Mahé (ministère
de la Recherche)
Bernard Martelly (Ademe)
Guy Paillotin (Inra, Écrin)
Christine Ton Nu (Anvar)

Les évolutions technologiques

- › Les techniques culturales
- › Les procédés de transformation
- › Les biotechnologies

La sécurité alimentaire

- › Les risques chimiques
- › Les risques biologiques
- › Les allergies alimentaires

Nutrition et santé

- › L'amélioration de la santé par les aliments
- › Vers une meilleure connaissance du consommateur

Agroalimentaire et développement durable

Conclusion



© C. Mayhew et R. Simmon (Nasa/GSFC), NOAA/NGDC, DMSP Digital Archive.

Énergie

L'énergie permet aux civilisations de se développer mais sa pénurie peut causer leur disparition (Sumer, Grèce antique, notamment). L'utilisation massive de combustibles fossiles a permis la révolution industrielle en Europe et évité le déclin qui aurait pu se produire à cause d'une déforestation massive. Notre monde est actuellement dominé par les combustibles fossiles et, bien que l'énergie soit abondante et peu chère, des nuages se profilent à l'horizon. Il s'agit, d'une part, de faire face à un changement climatique important dû à l'accroissement de l'effet de serre et, d'autre part, à la raréfaction progressive de nos ressources énergétiques fossiles. Des solutions à ce double problème doivent être anticipées sous peine de menacer notre civilisation.

Coordinateur

Christian Ngô
(Écrin, CEA)

Auteurs

Bernard Bonin (CEA)

Alain Clément (École
centrale de Nantes)

Patrick Jourde (CEA)

Bernard Multon (ENS
Cachan-Bretagne)

Christian Ngô
(Écrin, CEA)

Pierre Odru (IFP)

Alexandre Rojey (IFP)

Jacques Ruer (Saipem)



Christian Ngô [^]
01 42 79 51 00
ngo@ecrin.asso.fr

Après presque 20 ans en recherche fondamentale à l'université d'Orsay puis au CEA dans le domaine de la physique nucléaire des ions lourds et plus de 200 publications sur le sujet, Christian Ngô a développé ses recherches en physique appliquée. Il a dirigé pendant 5 ans le service de physique électronique du Légi avant de devenir adjoint au directeur de la stratégie et de l'évaluation du CEA, en charge de l'évaluation scientifique. À partir de 2000, il devient successivement conseiller de l'administrateur du CEA, directeur scientifique de la direction de la recherche technologique et directeur délégué à la prospective du CEA. Il est actuellement délégué général de l'association Écrin et directeur scientifique auprès du haut-commissaire à l'Énergie atomique. Christian Ngô est également auteur ou coauteur de plusieurs livres parmi lesquels *l'Énergie* (Dunod, 2004), *Déchets et pollution* (Dunod, 2004) et *le Soleil* (Fayard, 2004) sont les dernières parutions.

L'offre et la demande énergétiques

Le rôle et l'importance de l'énergie

Les énergies fossiles

› Le pétrole › Le gaz naturel › Le charbon › Capture et stockage du CO₂

L'énergie nucléaire de fission

› Le nucléaire et l'économie › Le nucléaire du futur › Retraiter ou ne pas retraiter? › L'impact environnemental › Les déchets nucléaires › La sûreté › Les ressources

La fusion thermonucléaire

Les énergies renouvelables

› L'énergie hydraulique › La biomasse › L'énergie éolienne
› L'énergie solaire › La géothermie › L'énergie des mers

L'hydrogène : vecteur énergétique

› La production › Transport et stockage
› Applications stationnaires et portables › Perspectives

Le stockage de l'énergie

› Pourquoi stocker l'énergie?

Le transport de l'énergie

Mieux utiliser la chaleur à basse température

L'impact sur l'environnement et la santé

Conclusion

Contributeurs

Jean Bonal (Écrin)
Gilles Kimmerlin (GDF)
Bruno Manoha (EDF)



© Omnisience

Transports

Ce secteur a une importance stratégique dans les économies modernes. Aujourd'hui, les transports dépendent pour l'essentiel d'une ressource, le pétrole, dont la raréfaction et le renchérissement devrait déterminer quelques développements futurs. Cette évolution se fera soit dans la continuité (vers des véhicules hybrides, par exemple), soit par des ruptures (véhicules à hydrogène). Dans tous les cas, la recherche et la technologie seront importantes pour préparer les transports du futur. Toutefois, nous ne pouvons nous limiter à la technologie. L'éducation, le mode de vie, les comportements, la législation, les normes, entre autres, façonnent également les modes de transports.

Coordinateur

Christian Ngô
(Écrin, CEA)

Auteurs

Jean Bonal (Écrin)
Xavier Montagne (IFP)
Bernard Multon (ENS
Cachan-Bretagne)
Christian Ngô
(Écrin, CEA)
Alexandre Rojey (IFP)



Christian Ngô ▲
01 42 79 51 00
ngo@ecrin.asso.fr

Après presque 20 ans en recherche fondamentale à l'université d'Orsay puis au CEA dans le domaine de la physique nucléaire des ions lourds et plus de 200 publications sur le sujet, Christian Ngô a développé ses recherches en physique appliquée. Il a dirigé pendant 5 ans le service de physique électronique du Légi avant de devenir adjoint au directeur de la stratégie et de l'évaluation du CEA, en charge de l'évaluation scientifique. À partir de 2000, il devient successivement conseiller de l'administrateur du CEA, directeur scientifique de la direction de la recherche technologique et directeur délégué à la prospective du CEA. Il est actuellement délégué général de l'association Écrin et directeur scientifique auprès du haut-commissaire à l'Énergie atomique. Christian Ngô est également auteur ou coauteur de plusieurs livres parmi lesquels *l'Énergie* (Dunod, 2004), *Déchets et pollution* (Dunod, 2004) et *le Soleil* (Fayard, 2004) sont les dernières parutions.

Une demande de mobilité de plus en plus grande

Transport et société

Transport et énergie

Quelles technologies et quels carburants pour demain ?

- › Les carburants de synthèse
- › Les biocarburants
- › L'hydrogène
- › L'électricité dans la propulsion des véhicules
- › Les architectures hybrides

Les risques

L'impact sur l'environnement et la santé

Contributeur

Jacqueline Eymard (CEA)

Conclusion



© CEAT/ J. B. P. M. I. N.

Environnement

Les évolutions technologiques du xx^e siècle ont eu un impact considérable sur l'environnement, et sont la cause d'une mutation en profondeur de la société. Les innovations techniques, bien que sources de progrès, soulèvent craintes et objections de la part des usagers, qui deviennent des citoyens soucieux des enjeux environnementaux et, avant tout, de ceux qui concernent la santé. Il est donc crucial que la recherche s'intéresse de près aux moyens qui permettront de mieux maîtriser et de mieux vivre ces évolutions de la société.

Coordinateurs

Myriam Leveugle
(Écrin, CNRS)
Paul Rigny (Écrin)

Auteurs

Pascal Isnard (Sanofi-Aventis)
Myriam Leveugle (Écrin, CNRS)
Nane Péhuet (Écrin, CNRS)
Paul Rigny (Écrin)
Michel Robert
(ministère de l'Écologie
et du Développement
durable)
Pierre-Alain Roche
(Conseil mondial de l'eau,
École nationale des ponts
et chaussées)



Paul Rigny ^
01 69 07 23 13
rigny.paul@wanadoo.fr

Ancien élève de l'École polytechnique, Paul Rigny possède un doctorat ès sciences en physicochimie. Ses recherches effectuées au centre d'études nucléaires de Saclay ont porté, entre autres, sur l'étude structurale et dynamique de solides moléculaires (organiques et minéraux) jusqu'alors peu accessibles aux caractérisations quantitatives. Il a ensuite dirigé les équipes du CEA travaillant sur la physicochimie fondamentale ainsi que sur les techniques de séparation des isotopes de l'uranium ; ses équipes ont ainsi apporté la démonstration de la faisabilité scientifique des techniques laser. En 1990, Paul Rigny a pris la direction du département des sciences chimiques du CNRS puis en 1996 a rejoint l'Andra (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs). Depuis 2001, il exerce une activité de conseiller scientifique dans les domaines de l'environnement, de la chimie et de la radioactivité, en particulier au sein d'Écrin.

Maîtriser la pollution : pourquoi? comment?

- › Trois objectifs : caractériser, contrôler, prévoir
- › Le danger de l'amalgame entre détection et nocivité
- › Une deuxième révolution de santé publique

Caractériser et maîtriser la dégradation des milieux

- › L'eau
- › L'air
- › Les sols

Réduire les nuisances des activités humaines

- › Les nuisances sonores
- › Les émissions toxiques
- › L'élimination des déchets

Contributeurs

L'équipe du MEDD/D4E

Le rôle de la recherche en environnement



Matériaux et procédés

Tous les objets que nous utilisons sont constitués de matériaux. Et les propriétés des matériaux déterminent les caractéristiques et les performances de ces objets. Aujourd'hui, l'industrie attend des ruptures technologiques engendrées par les nanomatériaux. Les procédés de traitement de surfaces permettent de les rendre fonctionnels.

Auteurs

Thierry Belmonte
(CNRS – université
de Nancy)

Badreddine Bergaya
(CRT Plasma-Laser)

Bruno Chevet
(IFTH)

Patrick Choquet
(Arcelor)

Éric Felder (École
des mines de Paris)

Christine Marchal
(faculté dentaire
de Toulouse)

Christian Ngô
(Écrin, CEA)

Jérôme Perrin
(Air Liquide)

Fabienne Poncin-
Epaillard (CNRS –
université du Maine)

André Ricard (CNRS
– université
de Toulouse)

Abel Rousset
(université
de Toulouse)

Coordinatrice

Véronique Thierry-Mieg
(Écrin, CNRS)

Frédéric Schuster
(CEA)

Michel Sixou (faculté
dentaire de Toulouse)

Véronique Thierry-
Mieg (Écrin, CNRS)

Georges Zissis
(université
de Toulouse)



**Véronique ^
Thierry-Mieg**
01 42 79 51 01
thierry-mieg@ecrin.asso.fr

Véronique Thierry-Mieg est ingénieur de recherche au CNRS. De 1976 à 2001 elle a été ingénieur de recherche, spécialiste en élaboration et caractérisation de matériaux semi-conducteurs. Elle a ainsi travaillé à l'élaboration de matériaux massifs, micro- et nanostructurés (épitaxie en phase liquide, épitaxie par jets moléculaires) pour des applications en microélectronique, optoélectronique, etc.

Depuis janvier 2002, elle est chargée de mission à Écrin et anime notamment les clubs *Nanomatériaux* (qu'elle a contribué à créer) et *Traitements de surfaces*.

Les tendances

Les nanomatériaux

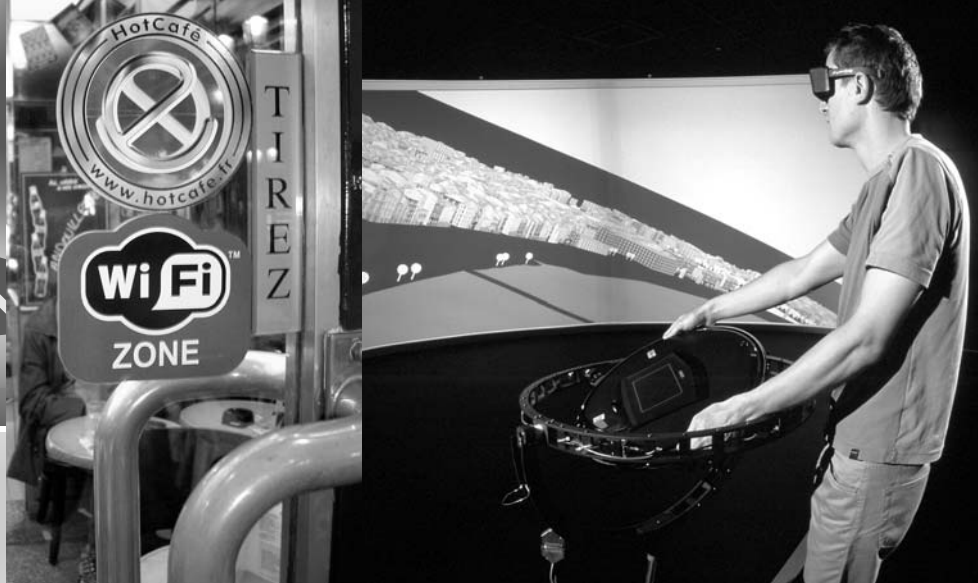
Le traitement des surfaces

- › Le traitement des verres
- › Le traitement des métaux
- › Le traitement des polymères
- › La stérilisation
- › L'innovation dans le textile

Tribologie et matériaux

Vers de nouvelles sources de lumière

Conclusion



Technologies de l'information et de la communication

Au travail, à la maison, dans nos loisirs... peu à peu, les technologies de l'information et de la communication gagnent tous les domaines de la société; et avec elles s'installe progressivement, mais à l'évidence durablement, l'ère du tout numérique. Miniaturisation, puissance, nomadisme, omniprésence de l'image et ubiquité sont parmi les grandes tendances pour demain. Les perspectives tout à la fois fascinent et interrogent, en voici quelques exemples.

Auteur
Éric Charikane (Écrin)



Éric Charikane ^
01 42 79 50 85
charikane@ecrin.asso.fr

Diplômé en physicochimie moléculaire de l'université Paris XI (centre d'Orsay), Éric Charikane a travaillé dans l'industrie électronique, la communication environnementale et la culture scientifique technique et industrielle. À Écrin, il a notamment animé les activités *Réseaux de neurones*, *Logique floue* et *Ingénierie du traitement de l'information* pour laquelle il contribue toujours au développement et à la dissémination de la plateforme logicielle *open source* Aasqarium, dédiée à la prévision statistique des pointes de pollution de l'air. Radioamateur, il est passionné par les technologies de l'information et de la communication. Il est aussi spécialiste de Linux en environnement Apple Macintosh. Depuis 2004, il contribue à la mise en place d'Écrin *Risques* et dans ce cadre il s'intéresse notamment à tous les aspects de l'impact du développement technologique sur la société.

Les télécommunications

- › Les antennes › La radio logicielle › Les *étiquettes* électroniques
- › Les réseaux › La compression › La radio numérique
- › La géolocalisation et les systèmes d'information géographique
- › Internet

Microélectronique et informatique

- › Les microprocesseurs › Les mémoires › L'affichage
- › Le stockage et la préservation de l'information
- › La cryptographie › Les logiciels *open source*
- › Le calcul haute performance › Le *grid computing*
- › Les interfaces homme-machine › L'intelligence ambiante

TIC et société

- Contributeur** › L'évolution des modèles d'affaires › Délocalisation et *offshoring*
Christian Ngô (Écrin, CEA) › Où va la vie privée?



© CEA / C. Dupont

Gestion des connaissances

Les technologies et méthodes de la gestion des connaissances évoluent en permanence. Basées sur la capitalisation et le partage des savoirs, elles ont une importance cruciale pour toutes les organisations humaines.

Ce chapitre permet de faire un point sur les perspectives ouvertes dans ce domaine par les technologies de l'information et de la communication (au sein desquelles Internet et les moteurs de recherche jouent évidemment un rôle déterminant), et présente en quoi la diffusion de ces démarches est stratégique, tant pour les entreprises, dont elles vont modifier en profondeur le fonctionnement, que pour la société en général, qui devrait pouvoir évoluer, grâce à elles, vers plus de démocratie.

Coordonnateurs

Nane Péhuet
(Écrin, CNRS)
Martin Roulleaux-
Dugage (Schneider
Electric)

Auteurs

Patrick Boisserpe (IFP)
Nane Péhuet
(Écrin, CNRS)
Martin Roulleaux-
Dugage (Schneider
Electric)
Jacques Souillot
(MENRT)



Nane Péhuet ^
01 42 79 51 02
pehuet@ecrin.asso.fr

Nane Péhuet est ingénieur CNRS. Diplômée de l'université Paris-Dauphine, elle est titulaire d'un DESS en sociologie du travail. Après avoir été responsable de la formation permanente au siège du CNRS (1981-1989), elle a rejoint Écrin en 1990. Elle coordonne des groupes de travail et des projets à l'interface des sciences humaines et de la technologie dans les domaines de l'environnement, des évolutions du travail, du management des savoirs dans la société de la connaissance.

Contributeurs

Gérard Aubertin (INRS)
Denis Bérard (Anact)
Christophe Binot (Total)
Christophe Deschamps (Outils froids)
Aurélié Dudézert (École centrale de Paris, LGI)
Michel Frybourg (Cnam, Irepp)
François Godlewski (METATTM)
Michel Grundstein (MG-Conseil)
Gilbert Isoard (Blue Initiative)
Jean-Louis Langeron (Minefi)
José-Antonio Lattuf (LCPI, Ensam)
Jean-Louis Loisy (Total)
Daniel Mellet d'Huart (Afpa)
Daniel Memmi (Imag)
Hervé Pouliquen (EDF)
Camille Rosenthal Sabroux (université Paris IX-Dauphine, Lamsade)

Les technologies de la gestion des connaissances

- › État des lieux
- › Tendances et évolutions
- › Les grands enjeux technologiques : quelles perspectives?

La gestion des connaissances dans la vie de l'entreprise

- › Les enjeux
- › La mise en œuvre
- › Une opportunité pour repenser autrement l'entreprise?
- › De l'ère industrielle à l'économie de la connaissance

La société de la connaissance

- › L'individu face à de nouvelles règles de société
- › Vers une autre démocratie?
- › Vers de nouvelles formes de gouvernance?
- › Quels bénéfices?
- › Les conditions pour l'émergence d'une société de la connaissance



© F. Gehhard

Risques et société

Agir est risqué, mais ne pas agir l'est tout autant. Et de fait, toutes les activités humaines ont toujours été génératrices de risques pour l'homme comme pour son environnement. Changements climatiques, raréfaction de l'eau potable, épidémies, accidents technologiques, pollutions, etc., sont autant d'exemples de risques auxquels nos sociétés doivent faire face. Mais, si la prise en compte des risques et leur gestion ne sont pas nouvelles et progressent quotidiennement, il est incontestable que le chantier est immense et loin d'être achevé. Il est donc urgent pour tous les acteurs de la société d'articuler les priorités pour qu'à terme, chacun puisse « vivre dans un environnement équilibré et respectueux de la santé ».

Auteur

Luc Foulquier (Écrin)



Luc Foulquier ▲
01 42 79 51 00
luc.foulquier@irsn.fr

Luc Foulquier est actuellement conseiller du directeur de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). À Écrin, il est membre du comité de pilotage du secteur *Environnement et société*, et responsable des *Risques et société*. Luc Foulquier a fait des études de sciences naturelles et a été un des premiers en France à faire un 3^e cycle d'écologie continentale. Il a été embauché immédiatement après ses études pour créer sur le Centre d'études nucléaires de Cadarache, en 1964, le laboratoire de radioécologie des eaux continentales; c'est là qu'il a réalisé la première thèse de spécialité sur ce sujet en France. Pendant toute sa carrière, il a étudié les processus de transferts des radio-nucléides dans les écosystèmes et l'impact des installations nucléaires sur l'environnement, en tant que chef de laboratoire, chef de service et d'adjoint au directeur du département de protection de l'environnement. À ce titre, il a été auteur ou co-auteur de plusieurs ouvrages de radioécologie et de plus de 150 publications dans des revues scientifiques. Il a lancé le programme du suivi radioécologique de l'environnement autour des centrales nucléaires françaises. Il a donc été en permanence confronté à l'analyse et l'évaluation des risques, en particulier des risques environnementaux. Il est membre du comité de rédaction de la revue *Environnement, Risques et Santé*.

Le risque au centre du débat

Les accidents et leurs conséquences

De l'importance de bien se comprendre

Sur la nature des risques

- › Les conséquences de la canicule
- › Les risques chroniques et les faibles doses
- › Les nanotechnologies

Les risques et leur gestion

Les attitudes face aux risques

Conclusion

Contributeurs

Éric Charikane (Écrin)
François Ramade
(université Paris-Sud-Orsay)