



Les outils cognitifs de la gestion des risques collectifs

EXPOSE PRESENTE A L'ACADEMIE DES SCIENCES A LA SEANCE DU 15 DECEMBRE 2009 PAR PAUL-HENRI BOURRELIER,
PRESIDENT DU CONSEIL SCIENTIFIQUE DE L'AFPCN¹

Introduction : l'origine de ces réflexions

Cette étude est une synthèse des enseignements que j'ai tirés de la gestion de risques collectifs divers auxquels j'ai été confronté :

- a) Les chocs résultant de la raréfaction des ressources minérales au titre de mes fonctions au ministère de l'Industrie puis à la Direction Générale du BRGM et enfin à la présidence des Houillères du Centre et du Midi. J'ai ensuite élargi ce champ aux ressources renouvelables et aux sites, dans un ouvrage *Le Mobile et la planète, ou l'enjeu des ressources naturelles*², dont le titre se réfère à la fois à la dynamique terrestre et aux motivations humaines.
- b) Les déchets (à la demande de Hubert Curien), les éléments toxiques en trace (pour l'Académie des sciences), la précaution (participation aux avis du Comité de la Prévention et de la Précaution (CPP) du ministère de l'Environnement sur les dioxines, les pesticides, le radon, les poussières, le retour d'expérience...)³.
- c) Les risques naturels par une mission d'évaluation de la politique publique⁴, la participation au comité français de la Décennie Internationale de la Prévention des Catastrophes Naturelles des Nations Unies, et la création de l'AFPCN en 2001. L'AFPCN assure, avec l'appui du MEEDDM, l'interface entre les pouvoirs publics et la société civile. Elle est l'opérateur de la plateforme française vis-à-vis de la SIPC⁵, qui a pérennisé la Décennie, et elle anime un réseau des plateformes européennes. Plusieurs établissements de recherche (BRGM, CEMAGREF, IPGP, CSTB, LCPC, INERIS) font partie de ses partenaires.

¹ Pour plus d'information sur l'AFPCN : <http://www.afpcn.org>

² *Le Mobile et la planète*, en collaboration avec Robert Diethrich, Economica, 1989.

³ *La recherche sur les déchets*, 1992, rapport interministériel diffusé par l'ADEME. *La contamination des sols par les éléments en trace, les risques et leur gestion*, rapport n° 42 de l'académie des sciences, août 1998 coordonné avec Jacques Berthelin sous la direction de Robert Dautray et de Georges Pedro. Le CPP est un comité environnement-santé créé en 1996. Voir son avis : « Catastrophes environnementales, préparer l'évaluation de leurs effets et le retour d'expérience » (2008). Autres avis à consulter sur le site du MEEDDM.

⁴ Rapport d'évaluation publié par La Documentation française (1998), épuisé. Un résumé se trouve en annexe du livre, *Les catastrophes naturelles, le grand cafouillage* (Osman-Eyrolles, 2000) rédigé avec Guy Deneufbourg et Bernadette de Vanssay, disponible au secrétariat de l'AFPCN. Le comité français de la décennie a été dans un premier temps présidé par deux académiciens M. Auboin puis M. le Mouel, et dans un second temps, en conformité avec la poussée des questions politiques, par le député Christian Kert.

⁵ Stratégie Internationale pour la Prévention des Catastrophes (SIPC), dont le secrétariat est à Genève. La plateforme française est constituée par un comité interministériel piloté par la Direction Générale des Risques du MEEDDM s'appuyant sur l'AFPCN comme opérateur.

D'autres opérations ont enrichi ma vision : ainsi, il y a quelques années, la participation à l'établissement par l'Académie des sciences d'un livret sur l'environnement à destination de l'Education nationale, avec deux chapitres sur les risques. Ou le pilotage pendant une quinzaine d'années de missions de coopération avec la Chine en vue d'améliorer la chaîne charbonnière et l'efficacité énergétique dans les bâtiments de ce pays. Ou encore les échanges du groupe « Les puissances publiques : efficacité, contrôle, régulation » de l'Amicale des ingénieurs des mines. Et la rédaction du rapport coordonné par Henri Décamps sur les événements climatiques extrêmes que l'Académie vient d'approuver.

Les risques collectifs rencontrés, qu'on peut qualifier d'environnementaux, se classent en trois catégories – risques naturels, technologiques et sanitaires⁶. D'autres risques collectifs (risques alimentaires, risques au travail) leur sont assez proches. Partant de leur gestion opérationnelle je tenterai de répondre à la question suivante : de quelles connaissances essentielles, et de quel outillage scientifique, allons-nous avoir besoin pour affronter à l'avenir les risques collectifs ?

I. Principes de la gestion des risques collectifs environnementaux

Cette gestion comporte une première étape qui consiste à identifier et si possible à évaluer les risques en les caractérisant par :

- les sources de danger (désignés par le terme aléa) qui servent à classer les risques et contribuent à leur quantification
- les vecteurs transférant la menace de la source aux cibles
- la typologie et la vulnérabilité des cibles.

La seconde étape consiste à engager un ensemble d'actions :

- A l'égard des risques naturels, la construction s'enchaîne selon une boucle inscrite dans le temps qui vise à réduire la vulnérabilité et les aléas secondaires : prévention (positionnement pour éviter d'être aux endroits dangereux, barrières de protection, prescriptions sur les ouvrages, formation et information des populations), gestion de crise (alerte, secours, évacuation et autres interventions), retour à la normale et réparation, retour d'expérience et rebouclage sur la prévention.
- Pour les risques technologiques, les efforts visent d'abord à réduire les aléas du cycle de production et de vie des produits (extraction, transport, transformation, distribution, déchets) pour atteindre des performances de sécurité élevées, avec des résultats qui ne sont

⁶ C'est la naissance ou le transit dans l'environnement qui caractérise ces trois catégories de risques. Les catégories correspondent aux causes ou manifestations principales qu'on désigne par le terme d'aléa, indiquant par là qu'elles relèvent (en partie au moins) du hasard et qu'on peut normalement leur affecter une probabilité. La désignation par l'aléa principal est toujours quelque peu conventionnelle car la plupart des accidents résultent de plusieurs causes (l'exemple le plus démonstratif est celui des feux de forêt qu'on peut hésiter à classer comme risque naturel). La subdivision en sous catégories l'est également : ainsi les risques dits naturels au sens habituel résultent de dissipations soudaines d'énergie accumulée par la nature ; pour ne pas multiplier les catégories, on devrait classer aussi sous cette dénomination d'autres risques assez semblables : par exemple le risque de sécheresse. Parmi les risques technologiques, le nucléaire a souvent occupé une place pilote ; il est le seul à être doté d'une autorité de sûreté indépendante. Les aléas ont des acceptions un peu différentes selon les trois catégories de risques : par exemple le risque technologique est analysé comme un danger qui se manifeste par des événements aléatoires qui sont constitutifs de l'aléa. Les trois catégories correspondent aussi à des corps de gestionnaires traditionnellement différents : ingénieurs du GREF et des PC, ingénieurs des mines, biologistes et médecins. Les risques alimentaires et les risques au travail pourraient porter à cinq le nombre des membres de la famille des risques collectifs correspondant à des aléas techniques. Cela explique le regroupement en cours d'Agences de santé publique (voir note de bas de page 8). Cette typologie conduit à séparer nettement le terrorisme et les risques financiers ou sociaux car ils sont déterminés par des aléas générés par l'affrontement d'intérêts.

pas homogènes : par exemple la prise en compte du risque sociétal dans le transport des matières dangereuses est insuffisante. La construction de barrières, l'éloignement et la réduction de la vulnérabilité des cibles, viennent en complément

- Pour les risques de santé publique, l'action se répartit entre les sources, les cibles et les vecteurs qui ont parfois un rôle capital (par exemple les agents infectieux).

Dans chacun de ces trois domaines, les politiques publiques ont pris naissance en France comme dans les autres pays modernes il y a plus de deux siècles. Une forte impulsion, conceptuelle, scientifique et technologique, leur a été donnée à la fin des années 1980 par des politiques nationales et mondiales volontaristes⁷. Il s'est ainsi établi un corpus robuste et universellement diffusé.

Pour les risques naturels, par exemple, la panoplie comporte l'évaluation et la cartographie des aléas, des techniques de protection, l'intervention des sciences de la société en vue de mieux comprendre les représentations du risque et sa construction sociale, et de mobiliser les parties concernées (« stakeholders »). Des instruments de vigilance et d'alerte (« early warning ») ont été mis en place. La gestion de crise (commune à tous les risques collectifs) est aussi montée en puissance sous l'impulsion des autorités de sécurité civile, des coopérations régionales (européenne par exemple) et des ONG d'aide humanitaire. Les retours d'expérience se sont codifiés et améliorés. La doctrine a été formulée dans un « cadre d'action » (*Hyogo framework for action*) adopté en 2005 sur le lieu symbolique de Kobé. Elle est plus ou moins bien appliquée par les acteurs privés et publics nationaux, qui se regroupent dans certains pays en « plateformes ».

Pour les risques technologiques, les entreprises et secteurs professionnels se sont impliqués au premier rang sous le contrôle des autorités publiques ; un corpus cindynique – la cindynique étant la science du danger –, est désormais appliqué et enseigné dans de nombreuses universités françaises et étrangères⁸,

Dans le domaine des risques sanitaires environnementaux la doctrine est formulée collectivement au sein de l'OMS, et son application est relayée en Europe par la Commission Européenne en respectant la spécificité de chacun des pays. En France, aux côtés du ministère de la santé, et de l'ensemble des opérateurs du système de santé publique, un réseau d'agences indépendantes a été constitué⁹.

Les résultats sont-ils à la hauteur de ces efforts ? On peut dire, de façon très globale, qu'ils ont été appréciables pour les pertes de vies humaines, comme le montrent les statistiques du Centre de recherches sur l'épidémiologie des désastres de l'Université de Louvain, référence universellement reconnue des catastrophes mondiales relevant de ces trois catégories d'aléas. Certains effets sur la santé et le bien-être ont évolué de façon plus incertaine et très imparfaitement évalué (on ne peut se limiter au comptage des morts). Quant aux dommages matériels, difficiles à évaluer car il faut les déduire de données incertaines – telles que celles des assureurs qui ne les couvrent que de façon partielle, peu homogène et parfois orientées –, ils se sont accrus, sans aucun doute possible, plus vite que la valeur des biens possédés.

⁷ Cette relance mondiale par les Etats-Unis comportant notamment la décision de créer le GIEC et la Décennie était poussée par les progrès de la connaissance planétaire et le succès des programmes d'observation spatiale ; les préoccupations géopolitiques américaines n'en étaient pas absentes. En France, H. Tazieff avait été chargé dès 1981 d'animer une politique publique.

⁸ Sur la cindynique, portée sur les fonts baptismaux par Georges Yves Kervern, voir l'IMdR (Institut de Maîtrise des Risques) qui a fusionné avec l'Institut européen des cindyniques et qui est soutenu par un réseau d'entreprises de haute sûreté.

⁹ La création de ces Agences de santé indépendantes a été un tournant des dix dernières années. L'AFSSET, agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail, doit fusionner en juillet 2010 avec l'AFSSA compétente sur la sécurité alimentaire.

Le bilan de ces politiques pilotées par la considération des aléas est donc, au moins partiellement, positif, mais il fait percevoir des limites et des failles. Une régression pourrait même être à redouter en raison de l'explosion de nouvelles formes de vulnérabilité. Voyons pourquoi en commençant à nouveau par l'exemple des risques naturels.

II. Les niveaux d'intensité et de fréquence

Intéressons-nous d'abord à la modulation des risques et de leur traitement en fonction de leur intensité et de la fréquence de leurs manifestations, en commençant par les risques naturels qui couvrent une large gamme.

2.1. Les risques naturels probabilisables

Les aléas fréquents ou les variations cycliques de faible intensité n'ont qu'un impact modeste, assez souvent bénéfique, en faisant respirer les milieux et en maintenant une certaine interdépendance des acteurs avec la nature, du moins tant que l'artificialisation des milieux par l'urbanisation et l'utilisation intempestives des espaces, n'a pas annihilé ces réactions.. Ce constat est le résultat de l'évolution darwinienne et de l'adaptation des groupes humains. Les risques correspondants relèvent d'une prise en charge individuelle.

Les aléas plus rares (de fréquence décennale ou centennale) et d'intensité forte font l'objet de normes et de mesures collectives de prévention. Les dommages résiduels peuvent être couverts par la mutualisation sous une forme d'assurance. On peut disposer en effet de données statistiques assez fiables sur les occurrences des accidents et les coûts.

Le dispositif repose ainsi sur le choix de deux niveaux : d'abord celui qui sépare les deux catégories précédentes ; ensuite celui d'un aléa dit de référence sur lequel les mesures de prévention sont calibrées pour éliminer ou réduire très sensiblement les dommages ; ces mesures –notamment de gestion de crise : évacuation, secours, interventions diverses– peuvent encore éviter les conséquences les plus graves (pertes de vies humaines en nombre important) s'il se produit un aléa d'intensité supérieure à celle de l'aléa de référence¹⁰. La limite de ce système est que les dispositifs de réponse ne sont pas calibrés pour répondre à des événements intenses dans lesquels le chaos domine.

Ces deux niveaux, le degré de protection (au moins pour l'aléa de référence) et les dispositions de l'assurance sont fixés par des décisions politiques prises par les instances nationales dans ce cadre conceptuel de la communauté internationale. Les autorités locales disposent d'une marge d'appréciation et d'intervention. Les secteurs professionnels, en particulier celui de l'assurance, mais aussi ceux des aménageurs par exemple, ont également voix au chapitre.

Cet ordonnancement des responsabilités conduit chaque pays à définir sa propre politique et à la faire évoluer en considération des conséquences économiques et sociales qui constituent des enjeux

¹⁰ Le niveau de dommage résiduel pour les événements en dessous du seuil de référence comme au dessus, dépend de la nature du risque. Un bon exemple est celui des mesures parasismiques qui visent à éviter qu'un séisme du niveau de référence provoque une catastrophe en particulier l'effondrement d'immeubles et de nombreux morts, mais il ne prétend pas empêcher des dégâts. La protection est différenciée selon l'usage des bâtiments. Pour les inondations, la directive européenne demande qu'il y ait un examen à deux niveaux : celui de l'aléa de référence et celui de l'aléa maximal connu ou supposé. Un autre cas est celui des digues du delta du Rhin qui protègent les Pays-Bas : l'aléa de référence correspond à une très faible fréquence et la protection qui lui correspond doit être totale. Du point de vue des assureurs, la première catégorie est marquée par les franchises. Pour la seconde catégorie, les pratiques financières peuvent conduire à des subdivisions : ainsi G. Brugnot (*Les catastrophes naturelles*, Le Cavalier bleu, 2008, consultable au secrétariat de l'AFPCN) indique trois étages : celui des assureurs seuls, celui de partage avec les réassureurs et celui pour lequel ces derniers ont recours à une titrisation par des « cat bonds »).

importants¹¹. L'organisation française de la gestion des risques naturels est ainsi à repenser sur certains aspects car elle définit mal les seuils, ne clarifie pas les responsabilités de chaque acteur pour la première catégorie et instaure pour la seconde un dispositif hybride qui est inflationniste sans fournir les éléments d'une gestion efficace¹².

2.2. Les risques naturels extrêmes

Y a-t-il lieu de considérer spécifiquement les aléas et les risques exceptionnels par leur taille ? La réponse dépend de la distribution probabiliste des événements correspondants, c'est-à-dire de la forme de l'extrémité de la courbe intensité/fréquence. Lorsque la distribution statistique est normale (gaussienne), la probabilité des catastrophes qui s'écartent de la moyenne devient très vite infime et le poids de ces événements est négligeable ; ils peuvent être englobés dans la seconde des catégories précédentes pourvu que l'on n'ait pas restreint les scénarios aux aléas de référence. En revanche si la distribution correspond à une loi de Lévy (et particulièrement la droite de Pareto de pente -1 sur la courbe en coordonnées log/log), un événement nouveau peut représenter à lui seul un risque aussi grave que tous ceux qui se sont produits jusque-là. Dans ce cas, il est justifié de faire une catégorie particulière de ces risques qui se situent en prolongement des catastrophes déjà vécues, et qu'on qualifie d'extrêmes¹³.

La difficulté est qu'on ne dispose généralement pas de statistiques des événements très rares. Pour les aléas, on peut remonter loin dans le temps grâce aux marques laissées par catastrophes naturelles et en reconstituant les changements dans l'environnement. Il est possible d'autre part de formuler des hypothèses à partir des lois de la physique et de la biologie et de chercher celles des « lois de puissance » qui, dans certaines limites sur lesquelles on reviendra, génèrent des distributions de Lévy¹⁴. Cette combinaison de la statistique et de la phénoménologie; fondamentale dans l'estimation des risques, donne des indications dont on doit se contenter.

Il est encore beaucoup plus délicat de se prononcer sur la vulnérabilité car les enjeux exposés (population et valeur des biens) et les comportements (des individus et des équipements) évoluent très vite ; le confinement, l'uniformisation des modes de vie, le développement des réseaux techniques standards et l'explosion des moyens de communication, tout laisse penser que les sociétés deviennent le siège de vulnérabilités correspondant à des risques distribués selon la loi de Pareto¹⁵.

C'est donc au niveau des risques résultant de la superposition aléa x vulnérabilité qu'il faut essayer de faire l'évaluation en combinant statistiques et phénoménologie, – les queues des distributions statistiques de catastrophes survenues dans l'ensemble du monde (ou sur de vastes zones) et les retours d'expérience approfondis sur celles-ci. Certaines institutions aux Etats-Unis ou les grandes compagnies de réassurance mondiales installées en Europe fournissent des bases de données

¹¹ Les pays qui appartiennent à l'Union européenne transposent ses directives dans leurs législations.

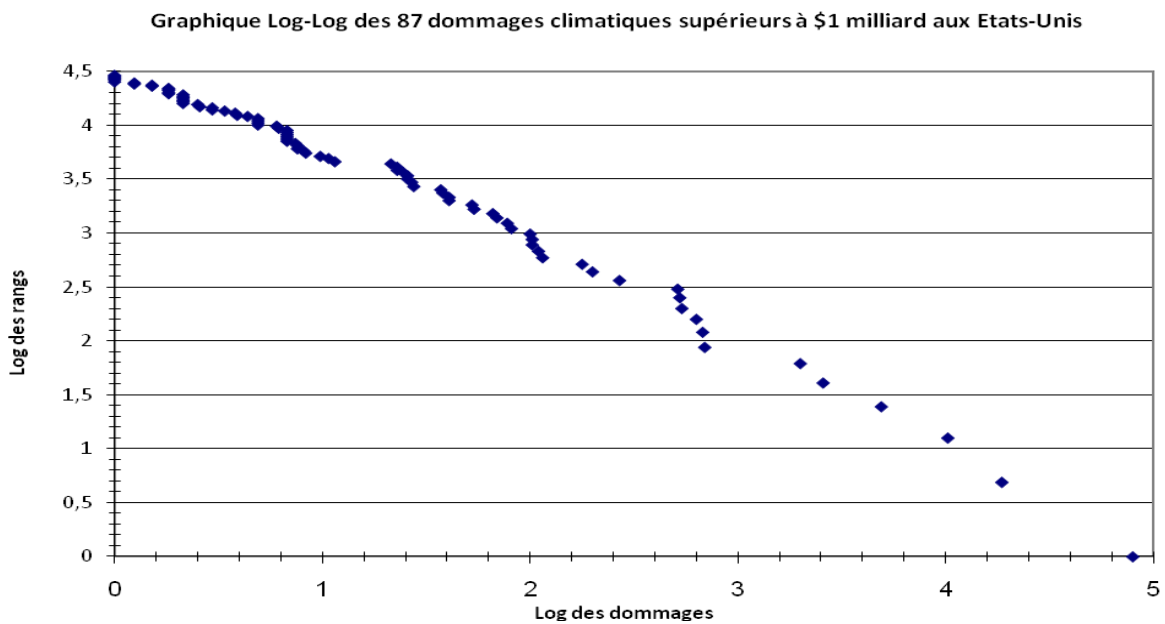
¹² En particulier les critères de répartition entre les niveaux ne sont pas fixés, le classement étant subjectif. Il n'existe pas de lien entre les primes et les niveaux des risques. L'ouverture aux capacités internationales de la réassurance est bloquée. Voir le chapitre 5 du rapport de l'Académie des sciences sur les événements extrêmes et pour plus de détails le rapport d'évaluation de la politique publique, les avis de l'AFPCN, G. Brugnot (opus cité) ...

¹³ Des présentations simples des lois de Pareto et de Lévy sont données par Zajdenweber (cf. note de bas de page 15), Nassim Taleb : *Le cygne noir*, Rama Cont : *La statistique face aux événements rares* (Pour la Science, novembre 2009).

¹⁴ Voir par exemple l'encadré de Derrida dans le rapport de l'Académie, le texte de Jean-Pierre Dupuy dans ce rapport et « Penser les événements extrêmes » dans Responsabilité et Environnement de janvier 2010, mon article : « des événements naturels extrêmes aux figures de la catastrophe » (RE octobre 2009), V. Courtillot (*Nouveau voyage au centre de la Terre*). Lois de puissance et caractère fractal des risques naturels s'expliquent par la dissipation soudaine et chaotique d'énergie qui les caractérise.

¹⁵ Pareto avait eu l'intuition des comportements sociétaux expliquant les distributions non normales qu'il observait : les aléas ne sont pas la somme d'aléas indépendants puisque les individus s'influencent.

révélatrices. A partir d'elles, Daniel Zajdenweber a ainsi établi le diagramme dommages/occurrence des catastrophes météorologiques depuis trente ans aux Etats-Unis qui est une superbe droite de Pareto¹⁶.



Le rapport de l'Académie des sciences « *Événements climatiques extrêmes : Réduire les vulnérabilités des systèmes écologiques et sociaux* » confirme, le sentiment que la vulnérabilité est désormais l'élément générateur de l'extrême. E. Michel-Kerjan, porte-parole de l'école de l'Université de Wharton, montre, comme D. Zajdenweber, que les assureurs qui opèrent aux Etats-Unis ne sont pas et seront de moins en moins armés pour traiter les risques extrêmes avec leurs outils habituels.

2.3. Risques technologiques et sanitaires. *Les risques émergents*

Cette analyse se transpose dans les domaines des risques technologiques et sanitaires.

La réduction des aléas par les opérateurs industriels et de transport a été menée avec un grand succès par des méthodes cindyniques jusqu'à un niveau de probabilité de 10^{-6} à 10^{-7} . Au-delà on est dans le domaine des événements extrêmes qui, comme Tchernobyl, Bhopal, AZF (Toulouse), quelques marées noires, ou le crash de l'Airbus Rio-Paris ont sérieusement ébranlé les espoirs d'évitement des catastrophes. La prévention des risques des installations industrielles en a tiré les conséquences et a opéré une véritable révolution mentale lorsqu'elle est passée en 2004 d'une conception déterministe selon laquelle les mesures doivent être prises pour que l'aléa soit négligeable, à une approche probabiliste complétant la prévention par des barrières entre les installations et les cibles.

En ce qui concerne les risques sanitaires, l'amélioration liée à celle du niveau de vie, des conditions de travail, de l'hygiène et aussi aux vaccinations, démontrée de façon non équivoque par

¹⁶ Daniel Zajdenweber : *Economie des extrêmes, krachs, catastrophes et inégalités* Champs, 2009. Dans le graphique, les événements sont portés en ordonnée par leur classement cumulé par ordre décroissant (1, 2, 3,...) On passe à l'équivalent d'une fréquence en divisant par le nombre d'événements considérés. Pour l'école de Wharton, voir la bibliographie de Kunhreuther et Michel-Kerjan.

l'allongement de la durée de vie, ne met pas le système de santé publique à l'abri de risques environnementaux tels que l'explosion d'une grave épidémie.

Cependant un autre type de risques préoccupant apparaît à l'extrémité opposée des courbes classant les risques par l'importance de chaque accident individuel : *les risques émergents*. Il s'agit de risques nouveaux qui pourraient atteindre de très nombreuses populations et dont l'apparition en trace peut être détectée par des institutions de veille, des chercheurs ou d'autres catégories qui font office de « lanceurs d'alerte »¹⁷. Le domaine de la santé est particulièrement sujet à ce type de risques, l'extrapolation des dangers à faibles doses créant une incertitude non réductible par les études épidémiologiques : il en est ainsi des risques des ondes électromagnétiques, des nano particules, des poussières des moteurs, de molécules nouvelles ; il s'agit aussi d'accroissements significatifs de la radioactivité, des expositions aux dioxines et à d'autres produits, du bruit : Les effets possibles sur des tranches de populations sensibles sont l'accroissement du risque de cancer, l'asthme, les allergies, le stress... Les vecteurs peuvent être l'atmosphère, l'eau... et les circuits commerciaux. Des études importantes sont engagées pour évaluer de tels risques et les moyens de les réduire. L'opinion publique est très sensible à ces menaces qui touchent à la vie quotidienne. Des programmes importants ont été entrepris, comme *Reach*, dans l'Union Européenne, pour évaluer les risques des produits chimiques et en tirer des conséquences¹⁸.

2.4. Conclusion : rapprochement entre les catégories sous le signe de la vulnérabilité

Les difficultés pour contrôler et réduire les risques tiennent moins aux spécificités des aléas désormais de mieux en mieux connus, qu'aux extensions des risques et aux constructions sociales qui les déterminent. On constate alors une forte convergence dans leur consistance et dans la conception de leur gestion :

- les risques d'intensité faible à forte, plus ou moins fréquents, demandant une responsabilisation bien distribuée entre le niveau individuel et collectif et une gestion rigoureuse, concernent les risques naturels et les risques sanitaires ;
- les risques extrêmes sont une préoccupation commune, liée principalement à des vulnérabilités systémiques et à la manifestation en dominos d'aléas multiples ;
- les risques émergents sont surtout perçus parmi les préoccupations de santé et proviennent des activités et produits industriels à large diffusion ; mais ils peuvent se combiner aussi à des effets sur les écosystèmes (chaînes de concentration d'éléments toxiques par exemple) ou être révélés par ceux-ci.

Dans tous les cas, une analyse quantitative est nécessaire, car une approche seulement qualitative ne permet pas de faire des choix rationnels

La vulnérabilité, encore mal mesurée, devient un point focal commun avec sa construction sociale décrite par les études sociologiques. La mondialisation et l'expansion terrifiante des mégapoles pauvres et exposées, l'exploitation intensive des ressources de la planète et le développement de technologies font exploser la vulnérabilité et les transferts de risques alors que, en tendance générale, les aléas connus sont stationnaires¹⁹.

¹⁷ Sur les lanceurs d'alerte comme sur d'autres travaux sociologiques voir les actes du séminaire animé par Claude Gilbert : « Retours d'expérience, apprentissages et vigilances organisationnels ».

¹⁸ Sur la base de modèles éco toxicologiques. D'une façon générale l'évaluation des agressions diffuses dans l'environnement associe les travaux sur les mécanismes, par la biologie moléculaire notamment, et l'épidémiologie. Sur le contexte de Reach voir Armand Lattès, Responsabilité et Environnement janvier 2010.

¹⁹ Cette stationnarité est observée à un niveau agrégé et en première approximation : par exemple l'effet du réchauffement climatique sur l'aléa pour la santé des températures extrêmes est une réduction des l'aléa froid et un

Les outils pour gérer les risques collectifs sont donc de plus en plus communs aux trois catégories :

- Les concepts liés à la prévention se sont beaucoup inspirés les uns les autres : il s'agit de la vigilance, des dispositions pour l'alerte, de l'information et de la préparation de la population, des retours d'expérience. Les territoires, comme on le verra plus loin, y ajoutent un élément intégrateur fort.
- La gestion de crise relève des mêmes autorités centrales et locales.
- Le financement de la réparation implique des opérateurs assuranciers qui, même s'ils sont affectés à des missions spécialisées, tendent à se positionner globalement dans le contexte de la mondialisation

Dans les trois domaines ci-dessus, les coûts et les effets financiers des politiques publiques sont considérables et leur inflation obligera à prendre des décisions en situation d'incertitude d'autant plus difficiles que la population y est très sensible.

L'effort opérationnel réalisé sur le terrain a été accompagné dans cette période par des réflexions très générales sur la « société du risque », le principe de précaution, l'expertise, la confiance sociale...²⁰. Elles ont permis une institutionnalisation²¹ qui marque leur aboutissement et sans doute un point de départ face à de nouveaux défis.

III. L'espace-temps : une double révolution aux frontières

Ces deux dimensions et leur représentation ont un fort impact sur les risques collectifs

3.1. Les extensions du temps

Les unités de durée des événements dangereux se comptent en secondes ou moins (éclair, séisme, avalanche, éboulement), en heures (crue torrentielle, ouragan, tsunamis, feux), en jours (crue de plaine, éruption volcanique), en mois ou années (sécheresses, retrait-gonflement de sols argileux, épidémies). Au delà, les érosions du littoral, les épuisements de nappes, la désertification des sols. Les adaptations du vivant, les effondrements d'écosystèmes, les extensions ou replis des forêts couvrent tout l'éventail, avec des rythmes et des cycles qui nous échappent.

L'accompagnement par les observations, la modélisation et les réactions individuelles ou collectives, couvre les mêmes gammes temporelles. Aux extrémités, d'une part on souhaite prévoir le

accroissement de l'aléa canicule. Dans les dernières décennies, les cyclones de forte intensité se sont accrus en nombre dans l'Atlantique et réduits dans le Pacifique et l'Océan indien. La stationnarité des aléas naturels classiques est, en première approximation, la conséquence de la limitation de leur loi de puissance.

²⁰ Une bibliographie monterait un nombre impressionnant d'ouvrages de qualité. Je citerai à titre d'exemple Ulrich Beck sur *La Société du risque*, Jaunas sur *Le principe de responsabilité*, le *Traité des nouveaux risques* de O. Godard, C. Henry, P. Lagadec et E. Michel-Kerjan, *Le principe de précaution dans la conduite des affaires humaines* coordonné par O. Godard avec des contributions de G. Hubert, F. Ewald, M. Pélegrin, M-A Hermite, W. Dab, G. Mégie, J-C Hourcade ..., les actes du colloque *Les experts sont formels* coordonné par J. Theys, *Climat sous surveillance* et *entre savoir et décision* de Philippe Roqueplo, les travaux animés par C. Gilbert (séminaire, et deux programmes du ministère de l'Environnement), des publications de l'Institut européen des cindyniques et de sa commission épistémologique animée par G. Hériard-Dubreuil qui a traité de la confiance sociale à l'égard des risques. Mais on constate actuellement beaucoup de confusions : voir par exemple Olivier Godard dans *Responsabilité et Environnement*, janvier 2010.

²¹ L'institutionnalisation inclut l'inscription du principe de précaution dans le préambule de la constitution, l'omniprésence du concept mou du développement durable (voir à ce sujet Le Goff dans le numéro de la revue *Le Débat* de septembre 2009), des structurations administratives comme la création d'une direction générale de la prévention des risques (DGPR) au MEEDDM, le regroupement de corps de contrôle, et la constitution d'Agences sanitaires à géométrie variable, Et encore l'exercice de compétences au niveau européen (directives Seveso, directive sur l'eau, les inondations ... avec une implication forte de la DG Recherche).

déclanchement, et de réagir en temps réel, aux événements rapides, d'autre part il faudrait se préparer aux évolutions de longue durée. Cependant ce double combat aux frontières se fait dans le brouillard des grandes incertitudes : chaos des dissipations instantanées d'énergie et des crises sociétales, imprévisibilité de l'avenir. Entre les deux, il y a place pour des empilements de séquences ou cycles qu'il est impossible de démêler.

La gestion des risques est donc vouée à fonctionner à diverses échéances, avec des réajustements périodiques. Aux incertitudes de court terme répondent des dispositifs d'alerte et de prises de décision rapides dotés de performances de traitement des signaux et de communication²². Aux incertitudes sur les risques de long terme, les choix de société multicritères (politiques dites sans regret ou à multiple dividendes) laissant place aux adaptations intermédiaires²³.

3.2. Les territoires

Les aléas ont leur origine dans un espace géographique étroit mais les vecteurs répandent leurs effets plus ou moins largement et plus ou moins vite, enfin la vulnérabilité est également régionalisée par les facteurs écologiques et sociaux. L'analyse territoriale est donc incontournable, les connaissances et les actions sur la mobilité et le confinement des menaces sont essentielles.

Les territoires conditionnent l'extension des risques collectifs. Au niveau global, celui de la mondialisation, s'élabore un constat et certaines régulations, mais aussi les risques systémiques de l'uniformisation et de ce que Lebeau appelle l'enfermement planétaire²⁴. La différenciation entre territoires aux échelles inférieures des grandes régions et des Etats offre des champs d'observation et d'expérimentation de la prévention et de la gestion de crise. Encore au dessous, l'imbrication des unités : régions, districts, bassins de risques, communautés où peut se réaliser une « gouvernance territoriale » de la complexité, avec des options précises et la participation des populations. Les villes, les littoraux, les massifs montagneux, les zones en déséquilibre hydrique peuvent en tant que territoires sensibles échanger leurs expériences au sein de réseaux transversaux.

Les capacités des outils susceptibles de développer l'intelligence territoriale ont beaucoup progressé avec la télédétection et l'exploration marine, la géophysique souterraine et les modélisations 3D.

IV. Les outils cognitifs

La révolution des connaissances donne une nouvelle dimension aux transformations du monde opérées par l'homme avec les risques afférents, et apporte simultanément une nouvelle perception de celles-ci et des rétroactions du changement. Cette boucle peut donner un vertige prométhéen et faire perdre une vision cohérente et une pratique opérationnelle des régulations. Comment appuyer à la fois sur l'accélérateur et sur le frein ?

²² Des progrès importants ont déjà été réalisés grâce aux avancées de la prévision météorologique et hydrologique, à la mise en œuvre de la vigilance, aux avancées en matière d'information et d'alerte. Une démonstration est fournie par la comparaison entre les grandes tempêtes de Décembre 1999 et l'ouragan Klaus de 2009. On pourrait trouver des exemples semblables dans les alertes aux tsunamis dans l'océan indien.

²³ L'urbanisation offre à cet égard l'exemple le plus évident des décisions à longue portée dans le temps et de la remise à niveau périodique de la sécurité. Katrina montre l'enchaînement d'une implantation dont la dimension et la vulnérabilité s'accroissent jusqu'à l'inévitable catastrophe.

²⁴ André Lebeau : *L'Enfermement planétaire*, Gallimard, 2008. La porosité différenciée des frontières –: fluidité absolue de la circulation des connaissances et des flux financiers, relative facilité de transport des produits, mais appropriation nationale des ressources et viscosité des mouvements de personnes–. est génératrices de déséquilibres, donc de risques.

Ma conviction, devant le constat des parties précédentes, est qu'il faut renforcer le socle des outils cognitifs. Leur développement produira des connaissances de bases, les organisera et fournira les moyens de discernement sur les comportements – représentations et actions – à préconiser aux politiques. Parmi tous les domaines à considérer, sept me paraissent essentiels.

4.1. Le hasard, les aléas, la variabilité

Les notions de hasard et d'incertitude sont en approfondissement et en extension permanente. Les connaissances sur les multiples aléas ont beaucoup progressé, mais elles n'ont pas été replacées dans un cadre unificateur, théorique et appliqué.

Pour les aléas dits naturels, sur la base d'une typologie fine, un recueil des connaissances sur les sources, les lois d'amplification et les lois de puissance, devrait être établi à partir des phénomènes physiques, chimiques, biologiques. Les méthodes de traitement mathématique des expressions chaotiques, des lois du hasard, des séries irrégulières (fractales) qui en résultent, devraient être développées et commander l'exploitation des observations²⁵. Pour chaque type de manifestation, on gagnerait beaucoup à mieux connaître les conditions de naissance, mais aussi les limites et l'épuisement qui sont imposés par les non linéarités ou par des facteurs dimensionnels²⁶. Ces connaissances peuvent progresser grâce à l'observation spatiale et aux moyens de modélisation des chaos naturels. La connaissance des cycles biogéochimiques naturels est également à actualiser. Les moyens technologiques de pointe ne devraient pas faire oublier l'effort indispensable de reconstitution des séries historiques et analyse des événements les plus intenses par l'exploitation des archives, encore trop négligées.

L'information sur les aléas technologiques et sanitaires devrait être traitée de façon semblable²⁷ et aboutir à un recueil global des aléas extrêmes et des aléas systémiques en traces avec leurs incertitudes tenant aux lois de distribution.

Le résultat devrait fournir une connaissance des lois de puissance avec une appréciation des limites, le fondement d'une fonction de dispersion géographique et de confinement des risques, et la base d'une vigilance généralisée et instrumentée.

4.2. L'eau, ses changements d'état, ses dynamiques

L'eau constitue un déterminant majeur de toutes les dynamiques et par conséquent des risques. Par la thermodynamique de ses changements d'état, son effet de serre et sa réflectivité, ses mouvements océaniques, son action d'érosion et surtout son impact sur le vivant elle commande

²⁵ Voir le désordre dans la terminologie soulignée par J-P Dupuy dans son commentaire et un article du numéro de Responsabilité et Environnement à paraître en janvier sur l'incertitude.

²⁶ Insistons sur les limites : l'échelle d'intensité des cyclones tropicaux va jusqu'à 5 (c'est-à-dire que les vitesses de vent ne dépassent guère 250 km/h), celle des séismes de Richter ne dépasse pas le numéro 9, les grands feux de forêt aussi, les précipitations (horaires, journalières) maximales, les avalanches aussi sont bornées... Si effrayantes que soient ces catastrophes, elles restent ponctuelles. D'autres le sont moins : la chute d'un météorite géant, les éruptions volcaniques des panaches qui viennent du manteau selon V. Courtillot, mais leur fréquence bien plus faible explique la rareté des grandes extinctions subies par la biosphère. Il y a un paradoxe relatif aux risques naturels traditionnels, qui ont tant effrayé les hommes du passé et produit des ravages dans leur histoire : ils servent de référence pour les événements extrêmes et pourtant ils ne seront probablement pas les principaux responsables des grandes catastrophes à venir. Ce sont des modèles réduits qui devraient permettre de tester les méthodes, de comprendre les sources profondes de nos vulnérabilités.

²⁷ Comme pour les aléas naturels, on peut traiter la liste des accidents et travailler sur les limites de la queue de distribution : on découvrira alors les limites : l'aléa marée noire est borné par la taille du pétrolier géant le plus grand, une explosion d'ammonitrate par le stock unitaire le plus important, une explosion de centrale nucléaire par la quantité de matière fissile du cœur, un gisement de déchets par les fuites du confinement etc. Et, après tout, les grandes épidémies historiques ont fini par épuiser leurs effets en quelques années.

toute la machinerie des aléas et des vulnérabilités à toutes échelles. Elle est aussi à la source d'une grande part des incertitudes et constitue le principal verrou de la connaissance du monde et de ses risques. Elle justifierait que l'on concentre un effort allant des dynamiques rapides (les précipitations, la formation des nuages et leur dissipation, les échanges par rayonnement, la formation des cellules convectives...) aux dynamiques lentes des écosystèmes, des glaces, des océans, de l'érosion, des nappes souterraines.

4.3. *L'adaptation du vivant et la viabilité des écosystèmes*

Le rapport de l'Académie des sciences sur les événements extrêmes montre combien il serait vital de discerner quand les écosystèmes, cessant de jouer le rôle de régulateurs, amortisseurs de chocs et réducteurs de risques, font au contraire par leur basculement bifurquer l'histoire vers des catastrophes potentielles. C'est indispensable pour évaluer comment s'effectue la montée des risques qui accompagne la perte de biodiversité et comment cibler les actions qui s'imposent.

4.4. *Les neurosciences, l'anthropologie*

Les enquêtes sociologiques et certaines expériences ont excellemment décrit les réactions sociales devant les risques. Pour engager une nouvelle étape de connaissance, il faudrait aller aux sources des processus d'apprentissage, à l'origine des réactions de peur, d'agressivité, de déni, de coopération, de confiance, d'appropriation, en ayant recours à l'anthropologie et aux neurosciences.

Les philosophes (J.-P. Dupuy, M. Juffé, F. Ewald, R. Larrère, F. Walter, Stengers ...) qui se sont impliqués sur les thèmes des risques en relation avec les rapports de l'homme et de la nature, sont des inspirateurs incontournables.

La sociologie de la science (voir Bruno Latour sur la compétition entre équipes), la psycho-sociologie, les sciences politiques et le droit ont dans le domaine des risques un beau champ d'observation et de préconisation.

4.5. *L'analyse financière des risques et de leur couverture*

L'exemple des risques naturels est encore démonstratif : l'analyse des dommages et l'établissement de relations d'endommagement, la mesure des effets secondaires comme les pertes d'exploitation, des impacts sur la santé physique et morale font terriblement défaut en France compte tenu du morcellement en divers régimes de couverture, particulièrement celui dit « des catastrophes naturelles », fondé sur l'ignorance, malgré certains efforts méritoires comme ceux de la Mission des Risques Naturels (MRN) et de quelques fondations (MAIF, AXA...). C'est à partir des données assurancielles que l'on pourrait remonter aux vulnérabilités, particulièrement aux vulnérabilités systémiques qui sont une des clés des risques habituellement considéré, extrêmes et des risques émergents.

Un article de François Ewald dans la livraison de novembre de la revue *le débat*, sur « La société assurancielles et son avenir » souligne que l'assurance va vers une révolution de la connaissance. L'auteur estime que l'aléa est appelé, dans une certaine mesure, à s'effacer, ce qui est conforme à l'évolution à laquelle nous assistons pour les risques collectifs. Les régimes de mutualisation aveugles seront inéluctablement réformés de façon à ne laisser subsister qu'un « voile d'ignorance » tendu par la commission informatique et liberté », afin de rendre les outils de solidarité intelligents. Dans ce domaine les textes intégrés dans le rapport de l'académie, qui émanent d'E. Michel-Kerjan et de Denis Kessler montrent les voies d'une recherche de méthodes de couverture à la hauteur des menaces de désastres extrêmes et d'effets de risques émergents au niveau mondial. Cette recherche serait importante car c'est seulement après un écrêtage que les régimes assurancielles pourront

désormais remplir leur fonction. La France peut également tracer la voie de partenariats public-privé en développant une théorie de leur fonction de régulation : elle y aurait tout avantage dans la concurrence avec des systèmes concurrents promus par des pays comme la Grande Bretagne qui intègrent mieux la responsabilité individuelle.

4.6. La volatilité des marchés des produits en voie de raréfaction

Les outils de régulation que sont normalement les marchés, se comportent en sources de ruptures fractales lorsque les investisseurs financiers anticipent simultanément des déséquilibres. L'effet destructeur peut être immense. Selon Benoît Mandelbrot l'erreur qui consiste à fonder les modèles sur des distributions statistiques normales des variations des cours ont une grande part de responsabilité dans la crise financière.

Dans ce contexte, il est fondamental d'observer mieux et de modéliser la volatilité des marchés des produits dont la raréfaction est inéluctable comme les hydrocarbures²⁸, quelques produits minéraux et matières premières alimentaires, mais aussi les sites susceptibles d'urbanisation, les lieux de stockage. La financiarisation qui accompagne la mondialisation et ses déséquilibres a pris, depuis une dizaine d'années, une ampleur inconnue jusque-là. Avant de mettre en œuvre des dispositifs pour étendre l'application des marchés, donc de processus de bourse, aux biens communs, il serait de la plus élémentaire précaution de mieux en maîtriser leur fonctionnement²⁹.

4.7. La gouvernance territoriale des risques

Le cloisonnement est cause de désastres, comme l'a montré Jared Diamond, analysant les raisons de la disparition de civilisations isolées et du succès de celles qui pouvaient accéder à de grands espaces ; mais inversement une uniformisation à l'échelle planétaire, facteur d'efficacité, transposerait le risque systémique à un niveau sans rémission en cas d'erreur faute d'une ferme gouvernance mondiale (et encore). La préservation d'une diversité générale des territoires comme des systèmes, à plusieurs niveaux articulés entre eux, semble le seul compromis pour éviter ou réduire le danger d'une propagation générale incontrôlable.

Les territoires de base ont à concilier beaucoup d'objectifs pour construire et faire vivre leur projet. L'organisation française des collectivités en cours de réforme est particulièrement complexe. La mise au point d'un maillage et d'outils d'une gouvernance comportant une pratique de la démocratie participative, est désormais un impératif pour la bonne gestion des risques territorialisés.

Les représentants de plusieurs disciplines scientifiques (géographie, écologie, géologie, sociologie, biologie et sciences de la santé, science des matériaux et des structures, urbanistes et architectes...) sont appelés à participer comme experts à l'élaboration de projets avec des scénarios et l'évaluation des risques correspondants. Les progrès méthodologiques devraient s'appuyer sur une spatialisation utilisant la géostatistique fondée il y a cinquante ans mais, me semble-t-il, peu utilisée.

V. Les bonnes pratiques

Il n'est sans doute pas inutile accompagner cet appel à la recherche de base, par un rappel des bonnes pratiques que l'on a tendance à perdre.

²⁸ Les hydrocarbures conventionnels à faible prix de revient. On sait trouver des ressources de substitution à prix élevé.

²⁹ Créer de toutes pièces le marché du carbone, donner une valeur à la biodiversité, étendre les marchés de l'eau, c'est aller toujours dans le même sens, celui de la financiarisation, source des crises systémiques les plus graves.

- Le bon usage de la langue : le français, moins plastique que l'anglais dans l'élaboration de termes nouveaux, se laisse actuellement aller à des dérives qui sont inquiétantes ; l'expression « développement durable » a un contenu appauvri par rapport à « sustainable development » ; l'expression « early warning » n'a pas d'équivalent aussi mobilisateur car il participe de la vigilance et de l'alerte précoce. Le refuge dans l'abstraction est une marque de faiblesse : là où l'anglais a promu l'expression évocatrice et réaliste de « disaster reduction », reconnaissant à la fois le caractère catastrophiste de la menace et les limites du possible, le langage officiel français recommande la « prévention des risques majeurs » qui ne signifie proprement rien de clair : le terme risque majeur inhibe plutôt qu'il aide l'imaginaire, et à l'instar de la langue anglaise pour laquelle « prevent » signifie empêcher, les français croient à tort que la prévention les protégera. Le comble a été de baptiser « catastrophes naturelles » la masse des accidents indemnisés par un régime de mutualisation obligatoire avec des arrêtés interministériels pour décréter des milliers de fois l'état de catastrophe naturelle. On peut traduire « stakeholder » par « partie prenante », mais comment transposer le contenu (positif pour l'anglais, soupçonneux pour le français) ? La notion de résilience, qui avait en français un sens dans le domaine des matériaux, a été importée par les pays anglo-saxons, qui l'ont appliquée en psychanalyse, avant de revenir timidement en France : elle caractérise la capacité de rebondir après un choc ; elle vise, en quelque sorte, à aborder les réactions humaines dans un sens positif inverse de celui de l'approche par la vulnérabilité. La langue française a l'avantage de la précision. Un effort de rigueur sémantique avec abandon des usages flous et des termes trop abstraits est hautement recommandable.
- Faire comprendre que les aléas et les risques sont des chances à saisir tout autant que des menaces qui paralysent. Sans doute aucun faut-il travailler plus sur la résilience et moins sur la vulnérabilité que nous affectionnons.
- Séparer l'expertise de la décision : dans les années 1990 le ministère de l'Environnement avait tenu un séminaire sous le titre « Les experts sont formels » montrant les dangers de l'instrumentalisation des experts³⁰.
- Systématiser les études coût/bénéfices pour les investissements de protection, les décisions territoriales ... Leur usage est très en retard en France, comme l'emploi des analyses quantitatives indispensables.
- Ne pas réglementer sans prévoir la formation et le contrôle.
- Durcir les cahiers des charges chaque fois que l'on remplace un service public monopolistique par un dispositif d'entreprises concurrentielles.
- Donner la priorité à la réduction des inégalités actuelles sur celles des inégalités entre générations, proposition avancée par Robert Dautray dans son dernier ouvrage rédigé avec Jacques Lesourne.
- Rester intraitable sur la qualité des mesures.
- Imposer l'affichage des incertitudes ; proposer des démarches et des règles aux acteurs, décideurs et aux pouvoirs publics, pour identifier les types d'incertitudes et construire les décisions en situation d'incertitude.
- Exiger la rigueur sur l'utilisation des modèles dont il faut définir chaque fois les limites et les procédures de validation. Il y aurait beaucoup à dire sur le sujet. La plupart des modélisateurs n'ont qu'une idée très vague des problèmes de métrologie qu'ils considèrent comme une sorte de cuisine indigne de leur niveau et à faire traiter par des techniciens. Ils ne

³⁰ A ce sujet voir les interventions et ouvrages cités de Philippe Roqueplo, ou C. et R. Larrère : *Du bon usage de la nature*, Champs, 2009.

savent à peu près rien des causes d'erreurs, et les traitent par des manipulations mathématiques globales inadaptées (et souvent biaisées, pas toujours involontairement). Le seul remède est la disponibilité publique des données et métadonnées.

- Il ne suffit pas de produire des connaissances ; encore faut-il aussi traduire ces connaissances pour les rendre appréhendables et utilisables par les pouvoirs publics, les décideurs et les acteurs : ceci manque notablement dans le domaine de la santé publique, peut être en partie parce que ce type d'activité n'est pas valorisé en tant que tel dans les carrières des chercheurs... (même si la mise en place des agences a partiellement comblé ce manque).
- Et intensifier les échanges internationaux pour valoriser nos points forts et récupérer des leçons profitables pour combler nos lacunes. La Commission européenne a mis en place beaucoup d'instruments que nous aurions intérêt à mieux utiliser ; signalons aussi à titre d'exemple le réseau d'échanges et d'initiatives que l'AFPCN a constitué avec quelques plateformes européennes correspondantes de l'ISDR et en relation avec la Commission européenne.

Conclusion

Ai-je rempli l'objectif exprimé par le titre de cet exposé et répondu aux interrogations formulées en introduction ?

J'espère avoir transmis ma conviction qu'aujourd'hui ce sont les *outils cognitifs* qui contiennent la clé de l'avenir, quelle que soit la composition de ces outils : concepts relatifs aux risques, instruments technologique d'appui à leur connaissance et à la mise en œuvre de politiques publiques.

En revanche il ne faudrait pas que l'expression : *gestion des risques* soit mal comprise. Le risque naît et croît avec la connaissance. Adam en cueillant la pomme avec Eve perd l'innocence de l'ignorant, découvre la différence entre le bien et le mal, et entre dans le monde de la responsabilité et du risque. Désormais, il paiera tout progrès de connaissance par un surcroît de risques. Ces risques ne sont pas un fardeau déterminé une fois pour toutes : ils font partie du jeu. Ils obligent à remettre la mise sur la table et à apprivoiser le hasard. Ils sont un défi stimulant pour la connaissance.